



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



**APLICACIONES DE SOFTWARE 3D  
EN LA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**CASO: ASIGNATURAS DEL DPTO. DE ING. DE MÉTODOS**

**Tutora:  
Ninoska Maneiro**

**Autor:  
Rodríguez Z, John L.**

Abril, 2008









## INDICE

DEDICATORIA.....	7
AGRADECIMIENTOS.....	8
RESUMEN.....	9
INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO I:.....	13
El problema .....	13
• PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
• OBJETIVO GENERAL .....	16
• OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
• ALCANCE .....	16
• LIMITACIONES.....	17
• JUSTIFICACIÓN.....	17
CAPÍTULO II:.....	19
Marco Teórico .....	19
• Conceptos generales sobre tecnologías relacionadas con el diseño de productos y dispositivos por medio del computador.....	20
• Aplicaciones tridimensionales bajo software 3D. ....	22
• ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	28
CAPÍTULO III: .....	30
Marco Metodológico .....	30
• Nivel de investigación:.....	31
• Tipo de investigación: .....	32
• Fuentes de recolección de información:.....	32
• Metodología para el desarrollo del trabajo.....	33
MANUAL 3D.....	35
• Introducción al manual 3D .....	36
• Unidad 1. Conceptos previos generales.....	37
• Unidad 2. Solevado de objetos .....	65
Práctica # 1. Solevado I: modelado de objetos con caminos predefinidos.....	66
Práctica # 2. Solevado II: asignación de formas a lo largo de un recorrido recto. ....	72
Práctica # 3. Solevado III-A: Deformación de objetos mediante Splines .....	82
Práctica # 4. Solevado III-B: Deformación de objetos mediante Splines. Construcción de una Mecha de taladro.....	91
Práctica # 5. Solevado IV: Construcción de objetos mediante deformación por ajuste... 94	
• Técnicas de visualización virtual para modelos tridimensionales.....	102
Práctica # 6-A. Desplazamiento de cámaras .....	105
Práctica # 6-B. Desplazamiento de cámaras. Asignación de recorrido. ....	109
Práctica # 7. Creando un prototipo. ....	112
• Venta de proyectos a base de imágenes tridimensionales .....	127
• Procedimiento para la venta de proyectos .....	129
CAPÍTULO IV:.....	131
Identificación de las áreas susceptibles al uso de software 3D. ....	131



CAPÍTULO V: .....	134
Propuesta del Laboratorio.....	134
• Costos de instalación de laboratorio.....	137
Conclusiones.....	139
Recomendaciones .....	142
BIBLIOGRAFÍA .....	144
ANEXOS .....	147
• GLOSARIO DE TERMINOS .....	148
• Botones de 3D Studio Max utilizados en el manual.....	150



## DEDICATORIA

*A mi Padre, Jesús Ramón Rodríguez Griman. Que dios lo tenga en su gloria.  
Siempre lo tendré presente en mi corazón.  
En memoria suya realizo todos mis proyectos.*

*A mi Madre, Mirna Zarraga, por todos los sacrificios, apoyo y amor incondicional  
que me ha brindado, ayudándome en todo lo que he querido realizar.*

*A mi Hermano, Jesús Rodríguez, por su amistad, amor y comprensión durante  
todos los años de nuestra existencia.*

*A Adonay Belandria, gran amigo irremplazable, que me ha ayudado en todo,  
siempre con sus consejos y excelente guía. Ahora parte de mi familia.*

*A toda mi familia por parte de mi padre y de mi madre.*

*A los futuros Ingenieros Industriales de la UC*



## AGRADECIMIENTOS

*A Dios, por permitirme finalizar esta etapa de mi vida.*

*A mi familia, por apoyarme en todo momento.*

*A Alicia de Toro y a Moisés Toro por todo el apoyo brindado durante mi educación primaria, secundaria y diversificada.*

*A la Profesora Ninoska Maneiro, por su valioso apoyo brindado en todo momento y por su gran amistad.*

*A mis amigos de la Universidad de Carabobo por su irremplazable amistad y apoyo durante toda la etapa de estudio.*

*A mis amigos en general.*



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



## APLICACIONES DE SOFTWARE 3D EN LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

### CASO: ASIGNATURAS DEL DPTO. DE INGENIERÍA DE MÉTODOS

Tutora Académica:  
Dra. Ninoska Maneiro.

Autor: John Rodríguez.  
Año:2008.

### RESUMEN

Este trabajo tiene como finalidad aportar a la población docente y estudiantil de la Escuela de Ingeniería Industrial los conocimientos básicos necesarios para la utilización de software de imágenes tridimensionales en la construcción de dispositivos, piezas, mecanismos y procesos que posteriormente podrán ser utilizados en la presentación de trabajos de las materias Introducción al Diseño, en la creación de el modelo icónico, e Ingeniería de Métodos I para simulaciones de secuencias de procesos y distribución en planta. Mediante una serie de prácticas contenidas en un manual con ejemplos gráficos que gradualmente aumenta el grado de complejidad de los métodos de modelado o construcción de objetos en tercera dimensión, para así cubrir la mayor cantidad de posibles de figuras utilizadas para la construcción de modelos de ingeniería. Cada una de las prácticas hace referencia a los conceptos utilizados en este tipo de aplicación computacional. El trabajo aporta tanto al estudiante como al docente de Ingeniería Industrial una nueva técnica para mostrar sus ideas, de una forma gráfica y práctica.

**Palabras clave:** Ingeniería de Métodos, Software 3D, Gráficos, Modelos de Ingeniería, aplicación computacional a la ingeniería Industrial.



## INTRODUCCIÓN

La adquisición de importantes flujos de conocimiento de tecnologías permite la aceleración del proceso de desarrollo económico, por su particular incidencia en ciertos sectores productivos. En las últimas décadas los países latinoamericanos han realizado esfuerzos significativos encaminados a lograr el desarrollo científico y tecnológico, y a utilizar las capacidades que del mismo derivan como instrumentos de progreso económico y social”

La utilización de Software de procesamiento de imágenes virtuales tridimensionales (software 3D) es un factor importante que puede mejorar los métodos de diseño tradicionales de estructuras y maquinarias, ya que estas nuevas tecnologías han marcado pauta en la creación de pequeñas y grandes ideas de ingeniería en los países desarrollados en términos de tecnología avanzada. Además este tipo de Software puede proporcionar características adicionales aparte del diseño tales como simulaciones de movimientos, flujos tanto de líquidos como de partículas, flujo de multitudes, colisiones de objetos físicos incluyendo factores como la gravedad y viento, etc. También aporta una visualización muy práctica de ideas en 3D de proyectos en los que el dinero es un factor de mucha importancia, ya que muchas de las ideas de ingeniería más grandes requieren de un alto presupuesto para sólo ver un prototipo que podría no funcionar.

Las computadoras son una herramienta muy poderosa que pueden facilitar, a medida que se conozcan sus capacidades, a desarrollar nuevos y mejores métodos de trabajo, producción y diseños, que den como resultado un mejor aprovechamiento de los recursos y reducir cualquier tipo de errores que puedan existir en el ámbito empresarial, siendo los Software de imágenes 3D una parte clave en la creación de diseños de ingeniería.



En este trabajo se desarrolla un manual práctico enfocado a la realización de proyectos de ingeniería en modelos en tres dimensiones con la finalidad de aportar a la población docente y estudiantil de la Escuela de Ingeniería Industrial los conocimientos básicos necesarios para la utilización de software de imágenes tridimensionales en la construcción de dispositivos, piezas, mecanismos y procesos que posteriormente podrán ser utilizados en la presentación de trabajos de las materias Introducción al Diseño, en la creación del modelo icónico, e Ingeniería de Métodos I para simulaciones de secuencias de procesos y distribución en planta.

El primer capítulo del trabajo se refiere al planteamiento del problema, los objetivos, alcances, limitaciones y justificación del estudio. Puntos enfocados en la búsqueda de una alternativa nueva y tecnológica que permita mejorar la realización de propuestas de mejoras en el campo de la Ingeniería Industrial,

En el segundo capítulo se encuentra el marco teórico, en la que se describen algunos de los conceptos generales sobre tecnologías relacionadas con el diseño de productos y dispositivos por medio del computador, además del marco de referencia.

El tercer capítulo está conformado por el marco metodológico y por el manual del software 3D Studio Max enfocado hacia la ingeniería Industrial. En él se describe el nivel y tipo de investigación, fuentes de recolección de información y metodología para el desarrollo del trabajo. El manual contiene una serie de prácticas con imágenes y conceptos necesarios para el desarrollo de las mismas.

En el cuarto capítulo se identifican las áreas del Departamento de Ingeniería de Métodos de la escuela de Ingeniería Industrial susceptibles al uso del software.



Finalmente en el quinto capítulo se establecen las conclusiones y recomendaciones referentes a la investigación y al uso del manual propuesto. Además de incluir algunas imágenes de ejemplo como anexo para dar a conocer trabajos externos internacionales con el uso de imágenes en tres dimensiones.



# CAPÍTULO I: El problema



## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Muchas de las técnicas tradicionales para diseñar y fabricar un producto se deben mejorar y actualizar. Se requieren mejoras en cuanto a la eliminación de errores en los diseños de estructuras físicas ó mecánicas, incluso se necesitan herramientas de análisis que permitan mejorar la seguridad, tanto en las industrias como en la vida diaria de las personas. Es de gran ayuda dirigir y educar a la gente para manejar los nuevos recursos tecnológicos para competir dentro del mercado y sobre todo seguir desarrollando cada vez más conocimientos que serán utilizados en un futuro no muy lejano.

Por otro lado, Sánchez (2000) expresa que, debido a la creciente competencia, la participación de los mercados se está cerrando, aun que se tienen más recursos, talentos y tecnologías, los ingenieros están encontrando gran dificultad para competir, y han centrado sus esfuerzos en encontrar alguna manera de aumentar la productividad, pero aun desconocen algunas herramientas computacionales que podrían dar una respuesta a algunas interrogantes que son importantes para mejorar y optimizar sus diseños.

Las industrias se enfrentan al reto de competir con mejor calidad en el producto, reducir costos de manufactura y tiempos de producción, además es muy probable que haya cambios importantes en la industria manufacturera debido a la disponibilidad de nuevas tecnologías.

Se sabe que la tecnología es necesaria, y ésta se ha adaptado en diversos ámbitos empresariales; sin embargo, se podría aprovechar mucho más su potencial debido a que existen elementos y características en imágenes 3D que han surgido en los últimos años y que son cruciales para el progreso académico, y en consecuencia, laboral.



Otro punto importante que destacar es la gran ayuda que podrían tener los estudiantes de ingeniería industrial de crear y fabricar modelos icónicos con cierto grado de complejidad, debido al alto costo de producción de los mismos, teniendo que depender de una fabricación por parte de terceros.

Muchos de los que se plantean modelos o dispositivos con un funcionamiento complejo y minucioso se cohíben de llevar a cabo su construcción, debido a que llevaría mucho tiempo, trabajo y dinero, optando por realizar un dispositivo más sencillo, en un tiempo más reducido y por supuesto menos costoso.

En resumen, se necesita una alternativa nueva y tecnológica que permita mejorar los métodos de diseño en el campo de la Ingeniería Industrial, que tenga una buena duración y funcionalidad práctica, y que además vaya evolucionando con los grandes avances en las nuevas tecnologías de creación, modelado y construcción virtual de ideas que posteriormente se realicen con éxito en este campo.



## OBJETIVO GENERAL

- Realizar un manual para la enseñanza de los nuevos métodos de diseño 3D en el ámbito de la Ingeniería Industrial, específicamente en el caso de las asignaturas Introducción al Diseño e Ingeniería de Métodos.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las áreas de las asignaturas que permitan la utilización de software 3D
- Determinar los requerimientos y el software 3D que mejor se adapten.
- Estructurar métodos de visualización virtual de estructuras tridimensionales, basados en técnicas cinematográficas, para el correcto análisis visual en pantalla de los objetos.
- Establecer un procedimiento para la venta de proyectos a base de imágenes tridimensionales, con la finalidad de presentar en forma atractiva y convincente los prototipos o dispositivos diseñados.

## ALCANCE

El estudio abarca hasta la elaboración de un proyecto de un Laboratorio de Ingeniería Industrial que se ajuste a los requerimientos computacionales básicos de equipos y componentes de hardware, para así llevar a cabo su estudio, considerando todas las teorías que se deben utilizar en la resolución de problemas planteados.



## LIMITACIONES

Debido a que no han realizado muchos trabajos de este tipo en nuestra Facultad, se dificultó la recolección de información para hacer referencia sobre la adaptación de estos tipos de software a la aplicación en la ingeniería de la Universidad de Carabobo.

Debido a que los Software 3D tienen muchas funciones y son muy amplias en su uso, se tomará en consideración las funciones más relevantes para su aplicación en la Ingeniería Industrial.

Por la amplitud de uso que tienen este tipo de software, en cuanto a sus funciones tridimensionales, se requiere hacer énfasis en un Software en particular (3D Studio Max). Sin embargo los conceptos son aplicables a los demás programas o paquetes de diseño existentes en el mercado.

## JUSTIFICACIÓN

Este trabajo contribuirá a la enseñanza de la base teórica - práctica, tanto al personal docente como a la población estudiantil de ingeniería industrial, en elaboración de diseños asistidos por computadora, los cuales son denominados sistemas CAD. Este tipo de tecnología en diseño aumentará la productividad de los trabajos realizados en las materias de Introducción al Diseño, específicamente en la construcción de dispositivos, y a la materia Ingeniería de Métodos I para mostrar de forma gráfica secuencias de trabajo y procesos de producción mediante simulaciones virtuales, debido a que se podrán visualizar los dispositivos u objetos virtualmente aprovechando mejor el tiempo para mejorar los diseños una vez vistos en 3D. El estudiante podrá aplicar los conocimientos dados en el manual de la aplicación virtual (3D Studio Max) para elaborar y presentar de forma tridimensional piezas, mecanismos, dispositivos y procesos simulados por



computadora. Esto le permitirá al estudiante corregir y/o mejorados los diseños de sus propuestas ya que podrá visualizar las desde cualquier ángulo en tiempo real mientras va modelando o construyendo las piezas colocándolas en un entorno 3D.

La ventaja significativa que aportará este Trabajo Especial de Grado es la preparación adicional que podrá tener y aplicar en la industria tanto el estudiante como el docente de ingeniería industrial de la Universidad de Carabobo para proponer dispositivos antes de ser construidos físicamente

Además proporcionará los conocimientos necesarios para la integración de proyectos de ingeniería convencionales a tecnologías avanzadas tridimensionales, importantes para el desarrollo de nuestra población académica – estudiantil.



# CAPÍTULO II:

# Marco Teórico



 **Conceptos generales sobre tecnologías relacionadas con el diseño de productos y dispositivos por medio del computador.**

**La manufactura integrada por computadora (CIM):** Es uno de tantos conceptos avanzados que abarcan tecnologías modernas de manufactura. Para entender este tipo de tecnología se requiere de un entendimiento de los conceptos de manufactura, integración y la aplicación de las computadoras. Sánchez define:

**Manufactura:** Significa fabricar o producir objetos o mercancías manualmente o por medios mecánicos. Sin embargo desde el punto de vista moderno envuelve todas las actividades necesarias para transformar la materia prima en producto terminado, para entregar el producto al cliente y soportar el desempeño del producto en el campo. Este concepto de manufactura empieza con el concepto de la entrega del producto, incluye actividades de diseño y especificaciones y se extiende hasta la entrega y actividades de ventas, por lo tanto involucra la integración de todos los sistemas de información.

**Integración:** Este término debe ser visto claramente por los diferentes departamentos de la empresa sin importar la actividad que estén desempeñando, por lo tanto la necesidad de información es básica. Integración significa que la información requerida por cada departamento esté disponible oportunamente, exactamente en el formato requerido y sin preguntas. Los datos deben venir directamente de su origen, que incluyen a las actividades de cada una de las áreas de la empresa.

De acuerdo con Sánchez (2000), las Computadoras son herramientas que se utilizan para las actividades de automatización y también pueden ser seleccionadas para la integración automatizada. Sobre la base de estos conceptos entonces puede decirse que la manufactura CIM se define como el uso de la tecnología por medio de las computadoras para integrar las actividades de la empresa.



La tecnología computacional es la tecnología que integra todas las otras tecnologías CIM, e incluye todo el rango de hardware y de software ocupado en el ambiente CIM, incluyendo lo necesario para las telecomunicaciones.

Ahora bien, Sánchez (2000) comenta que lo realmente importante sobre la manufactura integrada por computadora no es dar una definición del concepto, sino entender que se trata de una forma de trabajo en la cual todas las partes que intervienen para el desarrollo de un producto están enfocadas a lograr la meta de una organización. Él la define como la integración de las computadoras digitales en todos los aspectos de manufactura”

El siguiente concepto engloba todos estos tipos de sistemas relacionados con la creación, mejoramiento y puesta en marcha de modelos diseñados con la ayuda de los computadores en conjunto con software de procesamiento de datos e imágenes.

**Sistemas CAD / CAM (Diseño asistido por computadora / Manufactura asistida por computadora):** Muchos de los sistemas CAD / CAM en uso hoy en día están diseñados y pensados para automatizar funciones manuales, independientemente de si la función particular que cumplirán será análisis ingenieril, diseño conceptual, dibujo, documentación o la programación de la maquinaria de manufactura e inspección.

La modelación básica, la modelación del ensamblado, el cuidar los detalles, el dibujo y la documentación son las herramientas que componen la plataforma de software en el ambiente CAD / CAM. En el mundo del CAD / CAM, el primer foco está apuntado a la geometría. Es, al mismo tiempo, la herramienta con la que el sistema se construye y la primera constante en cualquiera de sus aplicaciones. Muchos sistemas CAD / CAM disponibles están confinados a la creación de



diseños y dibujos a través de los gráficos de un computador. Otros proveen un más comprensivo juego de herramientas y geometría, tal y como lo permite la tecnología actual.

Estrada (2003) comenta que “los métodos básicos de modelación usados por estos sistemas son los que definen su precio, capacidad y productividad para el usuario. Por ejemplo, Los sistemas de dibujo de dos dimensiones requieren algoritmos matemáticos más simples, y producen archivos menores. Los de dos y media dimensiones necesitan procesadores más poderosos, pero proveen información de profundidad, muestran imágenes tridimensionales y generan vistas que aumentan la productividad”.

Los sistemas de dibujo de tres dimensiones proveen la más alta productividad, calidad y ganancias en diseño, pero requieren computadores y memorias considerablemente más grandes. Si los productos son solo dibujos, un sistema de dos dimensiones bastará. Por otro lado, un sistema de dos dimensiones tendrá muy pocas posibilidades de expandirse a un sistema mayor.

### **Aplicaciones tridimensionales bajo software 3D.**

El sistema CAD tiene el uso de un amplio rango de herramientas computacionales que asisten a ingenieros, arquitectos y a otros profesionales del diseño en sus respectivas actividades. Muchos de estos sistemas en uso hoy en día están diseñados y pensados para automatizar funciones manuales, independientemente de si la función particular que cumplirán será análisis ingenieril, diseño conceptual, dibujo, documentación o la programación de la maquinaria de manufactura e inspección.

Según Sánchez (2000), los usos de estas herramientas varían desde aplicaciones basadas en vectores y sistemas de dibujo en 2 dimensiones (2D) hasta



modeladores en 3 dimensiones (3D) a través del uso de modeladores de sólidos y superficies paramétricas. Se trata básicamente de una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc.) con la que se puede operar a través de una interfaz gráfica. Permite diseñar en dos o tres dimensiones mediante geometría alámbrica, esto es, puntos, líneas, arcos, splines, superficies y sólidos para obtener un modelo numérico de un objeto o conjunto de ellos.

**Dos dimensiones (2D):** Con pocas excepciones, la mayor parte de los sistemas CAD / CAM comenzaron implementando herramientas geométricas de dos dimensiones. Hoy en día se siguen usando, a pesar de no dar la mejor productividad, ni siquiera en dibujos de sólo dos dimensiones. Un buen sistema de dos dimensiones debe poder dibujar a través de proyecciones, tener alta velocidad, librerías, aceptar los formatos internacionales de dibujo y medidas, tener un buen conjunto de estilos y portes de letras y ser escalable. El sistema puede basarse en vectores o en puntos en el espacio, siendo el primero el más indicado, pues debería ser capaz de detallar despieces de modelos tridimensionales y tener una posibilidad para ampliarse a un sistema 3D.

**Dos y media dimensiones (2-½D):** En los sistemas CAD / CAM implica que el sistema maneja los datos de profundidad del modelo y ofrece normalmente la posibilidad de mostrar la apariencia tridimensional de él, usando técnicas bidimensionales con representaciones ortográficas. Muchas veces, Los sistemas 2-½D están equipados para diseño y manufactura de productos simples o planchas, y son muy utilizados por compañías cuyos productos consisten más de partes compradas que de partes manufacturadas. Este tipo de sistemas 2-½D proveen mejoras en calidad y productividad por un costo ligeramente superior a los sistemas 2D.

**Tres dimensiones (3D):** La modelación en tres dimensiones es la puerta de entrada a un ambiente CAD / CAM completo. A pesar de que los sistemas 3D no



son necesariamente ocupados por todos los ambientes de diseño, ingeniería y manufactura, muchos de los sistemas tridimensionales de CAD / CAM pueden replicar las funciones de sistemas 2D y 2-½D si así se requiere.

Las aplicaciones en el ambiente CAD / CAM pueden ser separadas en tres tipos principales: función, disciplina e industria. Algunas de ellas se pueden ver en la tabla 1:

**Tabla 1. Tipos de aplicaciones CAD / CAM**

<b>Función</b>	<b>Disciplina</b>	<b>Industria</b>
Diseño	Estructural	Aeroespacial
Análisis	Mecánica	Automotriz
Documentación	Eléctrica	Electrónica de consumo
Planeación de producción	Electrónica	Otros
Manufactura	Arquitectura	
Control de calidad	Civil	
Simulación	Otros	
Soporte logístico		

Son muchas las aplicaciones que pueden tener los software de imágenes tridimensionales en los procesos que conllevan realizar proyectos de ingeniería, tanto así que estos han sido adoptados, por ejemplo, por las más grandes empresas del mundo como la NASA en la elaboración de sus trasbordadores, estaciones espaciales, telescopios, etc. También en otras industrias en la construcción de grandes estructuras físicas como centros comerciales, maquinarias, dispositivos, planteamientos de distribución en planta y muchas más. Es necesario dar a entender que el software 3D permite trabajar en ambientes muy parecidos a la realidad en cuestiones de espacios pero de forma virtual. Algo



es tridimensional si tiene tres dimensiones; ancho, largo y profundidad. El espacio a nuestro alrededor es tridimensional a simple vista, pero en realidad hay más dimensiones, así que también puede ser considerado (el espacio donde nos movemos) un espacio tetradimensional si incluimos el Tiempo como otra dimensión.

De acuerdo con Ibáñez (2005), una figura 3D a diferencia de una 2D tiene una composición más completa de datos por la forma en que ha sido generado. Este tipo de gráficos se origina mediante un proceso de cálculos matemáticos sobre entidades geométricas tridimensionales producidas en un computador, y cuyo propósito es conseguir una proyección visual en dos dimensiones para ser mostrada en una pantalla o impresa en papel.

En general, el arte de los gráficos 3D es similar a la escultura o la fotografía, mientras que el arte de los gráficos 2D es análogo a la pintura. Algunas aplicaciones 2D utilizan técnicas 3D para alcanzar ciertos efectos como iluminación, mientras que algunas aplicaciones 3D primarias hacen uso de técnicas 2D.

Por otro lado Ibáñez (2005) comenta que la simulación 3D hoy en día es posible mediante cálculos basados en la proyección de entornos tridimensionales sobre pantallas bidimensionales, tales como monitores de computador o televisores. Estos cálculos requieren de una gran carga de proceso por lo que algunos ordenadores y consolas disponen de cierto grado de aceleración gráfica 3D gracias a dispositivos desarrollados para tal fin. Los ordenadores disponen de las llamadas tarjetas gráficas con aceleración 3D. Estos dispositivos están formados con uno o varios procesadores diseñados especialmente para acelerar los cálculos que suponen reproducir imágenes tridimensionales sobre una pantalla bidimensional y de esta forma liberar de carga de proceso a la CPU o unidad de proceso central del ordenador.



Actualmente en el mercado existe una variedad de programas dedicados a la creación de imágenes tridimensionales de diseños de todo tipo, ya sea para proyectos ingenieriles o para el entretenimiento.

A continuación se enumeran los principales paquetes existentes:

1. 3D Studio Max de Discreet, una división de la compañía Autodesk. Es muy utilizado para modelación digital para visualización virtual, animaciones en video juegos, videos de entrenamiento. Provee características como simulación de fenómenos físicos (viento, gravedad, colisiones entre cuerpos).
2. Maya. Es el software de modelado más popular en la industria del cine. Es utilizado por multitud de importantes estudios de efectos visuales en combinación con RenderMan, el motor de rénder fotorrealista de Pixar.
3. Zbrush de Pixologic. Reciente programa especial para modelados tridimensionales con funciones completas de elaboración de texturas para apariencia realista.
4. Autocad de Autodesk. Programa de gráficos 2D y 3D muy utilizado por los arquitectos en el desarrollo de las estructuras civiles. También utilizado por la industria mecánica para el modelado de piezas
5. Lightwave 3D (Newtek). El programa consiste en dos componentes: el modelador y el editor de escena. Es utilizado en multitud de productoras de efectos visuales como Digital Domain.
6. Softimage XSI (Avid). El competidor más grande de Maya.



Otros programas se describen a continuación. Algunos de los términos utilizados se presentan en el glosario que se encuentran en el Anexo 1.

- Caligari trueSpace - una aplicación 3D integrada, con una interface muy intuitiva. Una característica distintiva de esta aplicación es que todas las fases de creación de gráficos 3D son realizadas dentro de un único programa. No es tan avanzado como los paquetes líderes, pero provee características como simulación de fenómenos físicos (viento, gravedad, colisiones entre cuerpos).
- Cinema4d - Motor de rénder rápido, cálculo de radiosidad.
- formZ - Ofrece manipulación topológica de las geometrías.
- Rhinoceros 3D - Un potente modelador bajo *NURBS*.
- POV-Ray - Un avanzado software gratuito de *Raytracing*. Usa su propio lenguaje de descripción de escena.
- Blender (NaN) - Programa de modelado y animación libre, con características como soporte para programación bajo Python con un amplia gama de script en constante desarrollo
- RealSoft3D - Modelador 3D para Linux y Windows. Incluye rénder.
- Universe por Electric Image - Paquete de modelado y animación con uno de los motores de rénder más rápidos que existen.



## ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

**Escalona, I. (2001).** Su trabajo trata sobre los procesos en el cual se utilizan los ordenadores o computadoras para mejorar la fabricación, desarrollo y diseño de los productos, fabricando de forma más rápida, con mayor precisión o a menor precio. Dando una introducción a los sistemas CAD / CAM. Fabricación Asistida por Ordenador que ofrece significativas ventajas con respecto a los métodos más tradicionales de controlar equipos de fabricación con ordenadores en lugar de hacerlo con operadores humanos. Este trabajo hace su aporte para esta investigación en la obtención de conceptos que tienen que ver con el diseño y fabricación de dispositivos en la industria manufacturera.

**Estrada, C. (2003).** Su trabajo aborda una estrategia desarrollada por el Departamento de Mecanización de la Universidad de Granma, para la generalización de las técnicas del diseño computarizado en las diferentes instituciones que poseen departamento de diseño en la provincia Granma. La misma persigue fomentar las representaciones gráficas por computadoras. Este trabajo fue de utilidad para establecer la forma en que las instituciones pueden adaptar a sus programas de estudio los sistemas de diseño asistidos por computadora.

**Morciego, G. (2002).** Trabajo que hace referencia de la evolución de las técnicas de dibujo a través de los años, desarrollo evolutivo del dibujo, orígenes del lenguaje gráfico, la normalización gráfica, la ingeniería gráfica y los gráficos por computadora. Pasando por los primeros software de imágenes tridimensionales para su utilización en diseños y las nuevas tecnologías en la gráfica de ingeniería. Este trabajo aportó información en cuanto a cómo han avanzado las técnicas de diseño por computadora desde sus comienzos, dando una idea de lo que puede venir en un futuro, a corto y mediano plazo, con respecto a los sistemas CAD / CAM.



**Maneiro, N (1995).** En su trabajo titulado Aplicaciones del Computador en la Ingeniería Industrial se habla sobre la importancia que tiene el computador para la realización de cálculos en diseños de ingeniería, de lo vital que es para el ingeniero industrial el conocimiento de algunas de las herramientas que la computación ofrece, incluyendo la simulación de sistemas, control de calidad y producción, estudio de proyectos de inversión y otros. Habla de que en procesos complejos se hace necesario automatizar el control y que generalmente la forma más adecuada es mediante el uso de un sistema computacional. También se mencionan algunas de las materias en donde pueden ser utilizadas las herramientas computacionales como la Investigación de Operaciones, Estadística Aplicada, problemas de Simulación, Control de la Producción, Programación de Proyectos e Ingeniería de Métodos, en donde se destacan en éste último como aspectos más importantes el diseño y distribución de planta. Este trabajo ayudó a comprender la necesidad de utilizar los sistemas computacionales en la carrera de Ingeniería Industrial, dando base a la adaptación de sistemas de diseño asistido por computadora.



# CAPÍTULO III: Marco Metodológico



En los siguientes puntos vamos a definir en qué nivel de investigación se encuentra este trabajo especial de grado, en conjunto con el tipo de investigación, fuentes de recolección de información y metodología del trabajo

### Nivel de investigación:

En el trabajo sobre la Metodología de la Investigación realizado en la Universidad Central de Venezuela, a cargo del Prof. Francisco Plata, comenta que la investigación descriptiva proporciona al investigador mayor información sobre el problema; es decir, mediante esta investigación, se define clara y profundamente la situación problema, identificando las variables de mayor importancia que afecten directa e indirectamente al desarrollo de la investigación y por supuesto ayudar a obtener mayor conocimiento de aquello que estamos estudiando a fin de obtener los mayores beneficios con esta investigación, que se podría decir que es una de las más importantes en la etapa inicial.

Por lo anterior, el nivel de este trabajo puede considerarse de tipo Descriptivo, teniendo en cuenta que se enfoca en la resolución de problemas que enfrentan los ingenieros al trabajar con diseños de dispositivos complejos, pasando por el estudio de los programas de gráficos 3D para conocer y realizar nuevos y mejores métodos en su fabricación.

Además, según en el manual de técnica de la investigación educacional de Deobold B. Van Dalen y William J. Meyer, el objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. Los investigadores no son meros tabuladores, sino que recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, exponen y resumen la información de manera



cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento.

#### **Tipo de investigación:**

Con respecto a este punto la Universidad Experimental Libertador (1998) manifiesta que: El proyecto factible consiste en la elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable, o una solución posible a un problema de tipo práctico para satisfacer necesidades de una institución o grupo social.

La investigación de tipo Proyecto Factible se puede explicar de la siguiente manera: Consiste en la recolección de los datos necesarios para así poder estar consciente de cuál es el problema en cuestión y de cómo ésta investigación puede ayudar a solucionarlo o en su defecto minimizar su gravedad.

La presente investigación es de tipo factible ya que la productividad y la eficiencia para la creación de nuevos métodos de diseño asistido por computadora requiere del previo estudio de la situación actual, teniendo en cuenta que la investigación de este tipo debe apoyarse en las bases de una investigación documental.

#### **Fuentes de recolección de información:**

Primaria: Observación y práctica directa; este tipo de fuente se refiere al manejo del software 3D para así poder establecer en práctica los nuevos métodos de diseño tridimensional.

Secundarias: Documentos propios de los fabricantes de los software de gráficos 3D, trabajos de grado y documentos en línea relacionados con el tema. En conjunto con la experiencia obtenida en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo en las materias de Introducción al Diseño e Ingeniería de Métodos en los trabajos realizados para dichas materias.



### Metodología para el desarrollo del trabajo

- Toda la información técnica acerca del funcionamiento de los Software 3D será obtenida directamente de los documentos electrónicos hechos por la propia compañía creadoras de estos Software (Autodesk). Se tomará información, generalmente por medio de Internet, sobre la manufactura integrada por computadora para establecer la íntima relación que tiene ésta con los Software de imágenes virtuales.
- Analizar la información para crear las bases teóricas y facilitar el uso del Software 3D en el proceso de enseñanza – aprendizaje asociados con las asignaturas del Ingeniería de Métodos.
- Elaborar un manual con ejemplos prácticos que sirva de apoyo al personal docente y estudiantil para el uso del software 3D.
- Identificar los requerimientos técnicos para que el Departamento de Ingeniería de Métodos pueda impartir los conocimientos y permitir su aplicación por parte del estudiantado.
- Con la información obtenida se especificaran los requisitos para integrar proyectos de ingeniería al 3D.



Antes de pasar al manual debemos tomar en cuenta que todos los paquetes de software 3D tienen ciertas aplicaciones gráficas que pueden ser aprovechadas para mostrar modelos de ingeniería, en su forma preliminar, antes de ser construidos físicamente para evaluar su estructura; sin embargo, muchos de ellos son muy complejos y difíciles de manipular en un periodo corto, debido a la gran cantidad de funciones y comandos que se tienen que tomar en cuenta para su uso.

Tales conclusiones implican la selección de 3D Studio Max, ya que es un software muy completo y uno de los más sencillos de utilizar que existe en el mercado, por tal razón es uno de los más vendidos a nivel mundial. Autodesk 3ds Max 2008, es la versión más reciente de su solución de modelado, animación y renderizado en 3D, mundialmente reconocida. 3ds Max 2008 soporta tecnologías de 64-bits, ofreciendo las herramientas para la creación de juegos de próxima generación, visualizaciones de diseños (en lo que se enfoca este trabajo) y producción de efectos visuales para televisión. El 3ds Max ha sido utilizado para realizar incontables proyectos innovadores, incluyendo la Torre de la Libertad de la ciudad de Nueva York.

La arquitectura de 64-bits, la nueva tecnología de CPUs con procesamiento más rápido, de 3ds Max 9 y 3ds Max 2008 facilita el trabajo con los enormes conjuntos de datos necesarios para la creación de contenido digital de próxima generación. Siendo así, 3D Studio Max es la mejor solución para presentar entornos realistas completos, simulaciones, dispositivos y maquinarias de una forma atractiva y realista.



# MANUAL 3D



## Introducción al manual 3D

Este Trabajo de Grado se centra en dar a conocer métodos de modelación 3D para el diseño de dispositivos que ayuden tanto al estudiante como al docente de Ingeniería Industrial, a mostrar sus ideas de una forma moderna y práctica con la funcionalidad y vistosidad que proporcionan los gráficos tridimensionales. Para ello se explicara de forma gradual conceptos que inicien al lector en el uso del software 3D.

Este Trabajo de Grado tiene adjunto un conjunto de Video-Tutoriales grabados en un DVD, con el objetivo de ser visto por el interesado en realizar las prácticas del manual. En estos videos se explica paso a paso, como es de esperar, de forma audio-visual, cada una de las diferentes prácticas para familiarizarse con el uso del software. Tanto al estudiante como el docente de la Facultad de Ingeniería podrán hacer uso de los video-tutoriales con el apoyo del manual impreso. En el DVD también se encuentran los archivos de las versiones terminadas de cada una de las prácticas del manual con el fin de poder explorarlas y observar sus parámetros.

Este manual no está orientado hacia aquel lector o lectora que aspira encontrar hasta la última opción disponible en el rincón más olvidado del programa. Para eso deben utilizarse los manuales del programa y todos aquellos libros que se venden como manuales de referencia. Este manual está destinado a ayudar a asimilar conceptos a través de proyectos de trabajos sencillos y complejos.

Algunas de las secciones en los que está dividido este manual son una adaptación de algunas de las prácticas encontradas en la referencia del programa 3D (3DS Max) para así poder ser aplicado a la Ingeniería Industrial.

En cada una de las secciones existe una serie de unidades didácticas o capítulos en las que se explican un conjunto de conceptos teóricos que hacen falta como



mínimo para realizar la práctica asociada. Característica que se ve reforzada por los video-tutoriales, ya que en dichos videos se hacen comentarios adicionales que ayudan a comprender mejor los procedimientos realizados en cada práctica del manual.

Cualquiera de las prácticas y procesos se pueden efectuar de diversas maneras, es decir, no hay un único método para construir ciertos objetos 3D. Lo único exportable a cualquier programa de tres dimensiones, de cualquier disciplina o cualquier actividad en general, son los conceptos asimilados. Puede repetirse en el laboratorio unas determinadas acciones, pero si no se logra comprender la raíz de las mismas y no se conceptualiza, simplemente serán mejores o peores intérpretes, pero nunca creadores.

### **Unidad 1. Conceptos previos generales.**

Primero se dará a conocer la forma en que trabajan la mayoría de los paquetes de software en tres dimensiones, para comprender este tipo de tecnología.

El proceso de creación de gráficos 3D por computadora, según la referencia de la compañía Autodesk, puede ser dividido en estas tres fases básicas:

- **Modelado:** Consiste en ir dando forma a objetos en la escena virtual. Los procesos de modelado pueden incluir la edición de la superficie del objeto o las propiedades del material (por ejemplo, color, luminosidad, características de reflexión, transparencia u opacidad, o el índice de refracción), agregar texturas, mapas de relieve y otras características.

Los objetos sólidos 3D de la escena y los empleados para crearlos se conocen como *geometría*. Por lo general, la geometría comprende el objeto de la



escena y los objetos que se renderizan, concepto que se presentará a continuación.

- **Composición de la escena:** Esta etapa involucra la distribución de objetos, luces, cámaras y otras entidades en una escena que será utilizada para producir una imagen estática o una animación tridimensional.
- **Rénder o Renderización (creación de la imagen final):** Se llama rénder al proceso final de generar la imagen 2D o animación a partir de la escena creada. Esto puede ser comparado a tomar una foto o en el caso de la animación, a filmar o grabar una escena de la vida real. Por extensión, renderizar es poner en marcha el proceso de renderización de la escena 3D.

- **Terminología y conceptos sobre sistemas de partículas**

- **Flujos**

Es el conjunto de normas que definen el comportamiento de las partículas con un emisor específico. Cada sistema puede tener varios emisores y, por tanto, varios flujos.

- **Sistema de partículas**

Es todo el conjunto de emisores, objetos y normas que definen el comportamiento de las partículas en la escena.

Sobre la base de estos conceptos, el flujo de partículas es un sistema de partículas es un mundo de parámetros que están organizados lógicamente en una estructura jerárquica y describen el comportamiento de las partículas.

Es un sistema de partículas controlado por herramientas y modificadores del propio software que permiten una personalización detallada del comportamiento



de las partículas y puede crear simulaciones muy complicadas. Esta flexibilidad se consigue con una vista esquemática del comportamiento de las partículas, donde es posible crear y editar normas, pruebas y sucesos para describir visualmente el comportamiento de cada partícula durante su vida.

### **Editor de materiales**

El Editor de materiales es el cuadro de diálogo que se usa para crear, alterar y aplicar los materiales de la escena 3D. Los materiales describen cómo reflejan o transmiten la luz los objetos. Dentro de un material, se puede simular texturas, diseños aplicados, reflexiones, refracciones y otros efectos, mediante el uso de mapas, los cuales pueden usarse como entornos y proyecciones de luces.

### **Efectos y entornos**

Una variedad de efectos especiales, como simulaciones de grano de película, profundidad de campo y objetivo, se encuentran disponibles como efectos de renderización. Otro grupo de efectos, por ejemplo la niebla, se proporcionan como efectos ambientales.

### **Creación de gráficos 3D.**

Los paquetes de software tienen algunas geometrías estándares prediseñadas que se pueden utilizar tales como cubos, esferas, cilindros, anillos, tetraedros que pueden ser creadas de una forma muy sencilla y rápida. Estas geometrías a su vez pueden fusionarse entre sí y crear nuevas geometrías más complejas, e incluso una o varias de ellas pueden ser utilizadas para perforar otra.

También existen los llamados polígonos, las cuales son líneas (splines en inglés) que inicialmente son figuras planas (2 dimensiones), que pueden ser la base para



generar una estructura en 3 dimensiones por medio de modificadores de forma y de espacio. Esto último es muy útil para un ingeniero, ya que su formación como estudiante tiene una muy buena base sobre conocimientos y técnicas de dibujo. Los dibujos en 2 dimensiones pueden ser un punto de arranque para fabricar piezas, tal como lo es en la actualidad.

Para una mayor comprensión sobre la construcción de geometrías en 3D que pueden ser utilizadas en proyectos de ingeniería se darán los conceptos necesarios para su realización de forma gradual con gráficos bajo la interfaz del software **3D STUDIO MAX**.

### Espacio 3D (Entorno)

La figura 1 muestra los 4 visores principales del software (superior, anterior, izquierda y perspectiva), en donde se representa el entorno virtual donde se construye prácticamente toda la geometría. Estos visores pueden ser cambiados a otros ángulos para tener otra visión del objeto tridimensional.

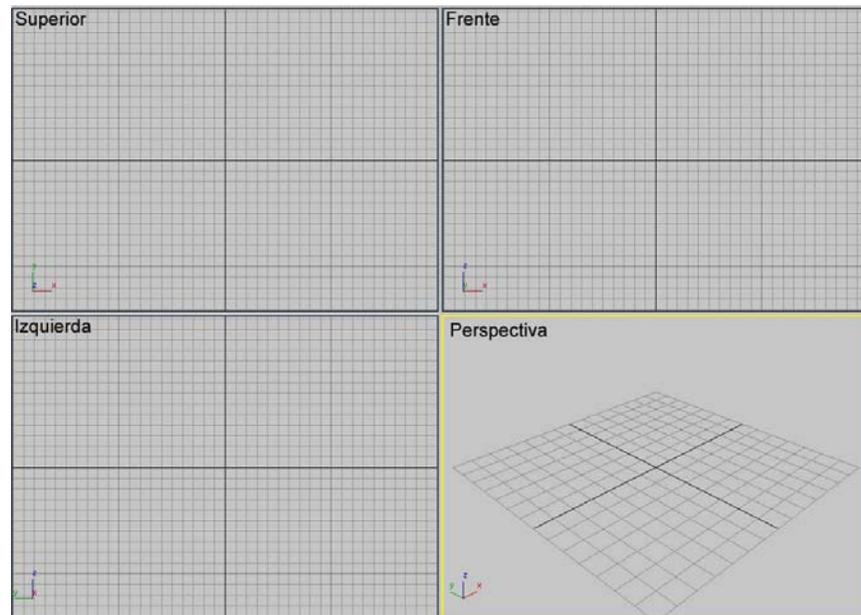


Figura 1. Las 4 vistas principales del entorno de 3D Studio Max. (Superior, Frente, Izquierda y Perspectiva)



Todo punto de este entorno tiene sus coordenadas “X”, “Y” y “Z”, como era de esperarse, donde las coordenadas X e Y corresponden al plano horizontal. El punto (0,0,0) es el centro de todo este espacio tridimensional del software.

Ahora bien, todos los objetos tienen un punto de **pivote**, que puede considerarse una representación del centro y sistema de coordenadas locales de cada objeto, y no necesariamente tiene que estar en el centro geométrico del objeto. El punto de pivote se utiliza como sigue:

- Funciona como centro de movimiento, rotación y escala cuando se selecciona el centro de transformación Punto de pivote.
- Define la posición del objeto en sus coordenadas (X,Y,Z).
- Define la posición predeterminada del centro de un modificador.
- Define la relación de transformación para los descendientes vinculados del objeto.

### **Creación de Objetos estándar**

La creación de objetos se logra con sólo hacer clic y arrastrar, esto es pulsando el botón izquierdo del Mouse (ratón) e ir moviéndolo sin soltar el botón hasta tener el objeto creado. La secuencia general es:

- Elija un tipo de objeto en la ventana crear del software.
- Haga clic o arrastre en un visor para crear un objeto con tamaño y posición aproximados.
- Ajuste los parámetros del objeto y sitúelo en el espacio.

Más adelante se repasará este proceso en las prácticas del manual.



### **Método de creación:**

Hay diversas formas de utilizar el ratón para crear un objeto. Por ejemplo, es posible utilizar tanto el radio como el diámetro para definir el tamaño de un círculo.

Al acceder a la herramienta siempre se selecciona un método de creación predeterminado, los cuales están descritos más adelante en las siguientes prácticas del manual. El método de creación no tiene ningún efecto sobre el objeto terminado; las opciones están diseñadas para facilitar el trabajo de creación al usuario del software.

Cada objeto tiene una ventana en donde se muestran los parámetros de creación; es decir, los valores que definen el objeto. Es posible predefinir algunos parámetros, mientras que otros sólo permiten ajustar objetos ya creados.

### **Formas**

Las formas son líneas y grupos de líneas 2D y 3D que se emplean normalmente como componentes de otros objetos. La mayoría de las formas predeterminadas se componen de splines, que se utilizan para lo siguiente:

- Generar superficies planas y delgadas 3D.
- Definir componentes de elevación como recorridos, formas y curvas de ajuste.
- Generar superficies de revolución (torno).
- Generar extrusiones.
- Definir recorridos de movimiento.



El programa proporciona 11 objetos de forma spline básicos, así como dos tipos de curvas NURBS. Puede crear rápidamente estas formas con entradas de teclado o del ratón, además de combinarlas para realizar formas de composición.

### Composición de Objetos 3D

Todos los objetos están compuestos por Vértices (también llamados Nodos), Aristas y Caras, las cuales definen su forma. Por ejemplo, un cubo tiene 8 vértices las cuales están ubicadas en las esquinas, 6 caras y 12 aristas las cuales son las líneas que unen a los vértices, como se muestra en la figura 2.

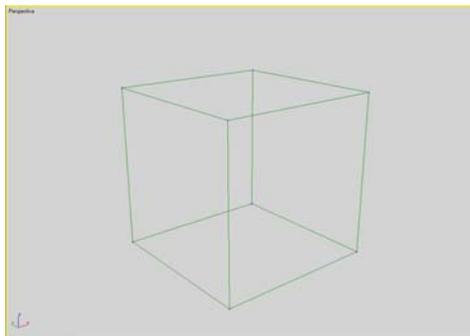


Figura 2. El cubo en su representación alámbrica tridimensional.

Es de suma importancia que los objetos tengan el número necesario de caras, ni más ni menos de lo esencial para una buena representación de dicha geometría. Mientras mayor sea la cantidad de caras que tenga un objeto mayor será el uso de memoria del computador. En la figura 3 se observan ejemplos de geometrías estándar con una cantidad moderada de caras que las componen.

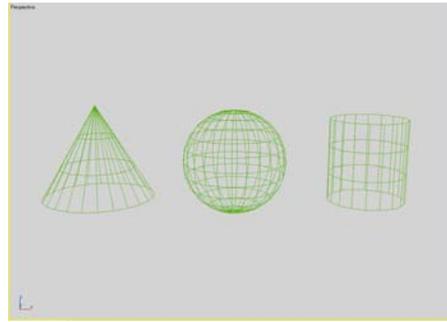


Figura 3. Ejemplo de otras geometrías estándar.  
Un cono, una esfera y un cilindro.

No hay una única manera de construir algo en 3D Studio Max, dependiendo de lo complejo de la pieza convendrá un método u otro para su construcción.

Las spline editables ofrecen controles para manipular la forma en tres niveles de subobjeto: vértice, segmento y spline. La selección de subobjetos de forma del objeto Spline editable permite trabajar con partes de formas y splines.

**Vértices:** Definen tangentes de punto y curva.

**Segmentos:** Conectan vértices.

**Splines:** Son una combinación de uno o más segmentos conectados.

### Construcción de piezas por Extrusión

La figura 4 muestra una composición sencilla que puede ser construida a base de líneas en 2D y posteriormente extruida.

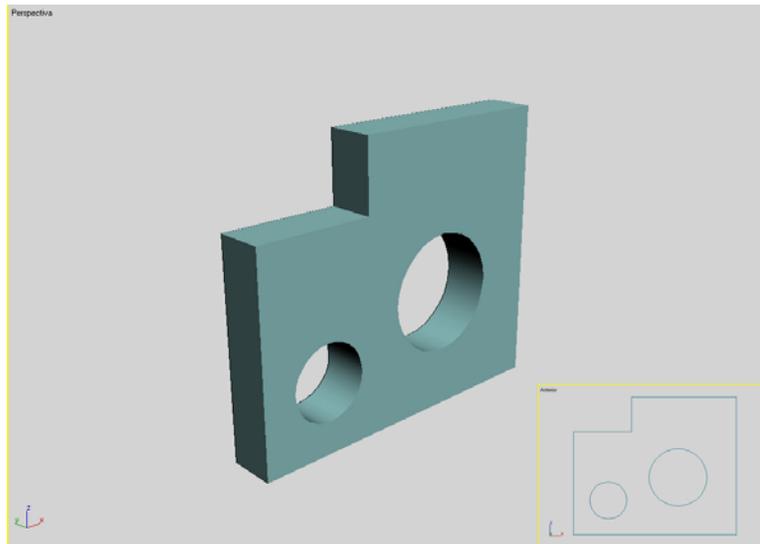


Figura 4. Pieza a base de spline.

Esta pieza puede partir de una figura plana, como la que se observa en la parte inferior derecha de la figura 4, para luego darle profundidad con un modificador llamado Extrusión.

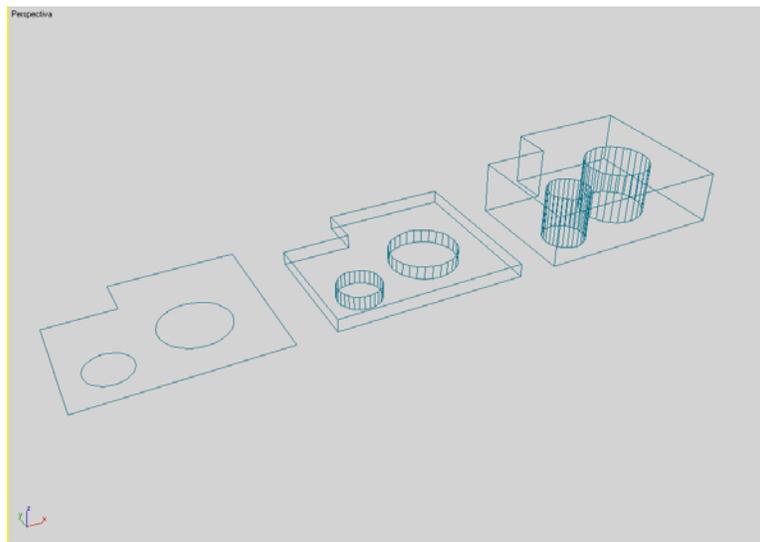


Figura 4-B. A la izquierda la spline original. En el centro la misma spline con modificador Extrusión. A la derecha con más Extrusión.



Se puede observar que con un modificador sencillo se puede dar profundidad a una figura plana en la cantidad que se requiera, con la ventaja de que se puede tener una cantidad “n” de piezas iguales con solo copiarlas sin necesidad de volverlas a construir (esto último es aplicable a todo tipo de objeto 3D y 2D).

Muchos dispositivos de ingeniería pueden tener piezas que pueden construirse de la forma anterior, siendo práctico el uso de las técnicas de dibujo convencionales para generar una imagen tridimensional con los software 3D.

Los procesos de modelado pueden incluir la edición de la superficie del objeto o las propiedades del material (por ejemplo, color, luminosidad, difusión, especularidad, características de reflexión, transparencia u opacidad, o el índice de refracción), agregar texturas, mapas de relieve y otras características.

### **Construcción de piezas por composición**

La mayoría de las piezas que se construyen en ingeniería están formadas por geometrías estándares u otras más complejas, por lo que una de ellas puede estar compuesta por dos o más de estos objetos. Existe un modificador de forma llamado Booleano el cual permite 3 formas de operaciones a aplicar. Las operaciones booleanas para la geometría son las siguientes:

**Unión:** El objeto booleano contiene el volumen de ambos objetos originales. La porción común o superpuesta de la geometría se elimina.

**Intersección:** El objeto booleano sólo contiene el volumen común a ambos objetos originales (es decir, el volumen de la intersección).

**Sustracción (o diferencia):** El objeto booleano incluye el volumen de un objeto original, al que se le sustrae el volumen de la intersección.



Los dos objetos originales se designan como operandos A y B. En la figura 5-A se puede observar dos objetos para dar ejemplo a este tipo de operación.

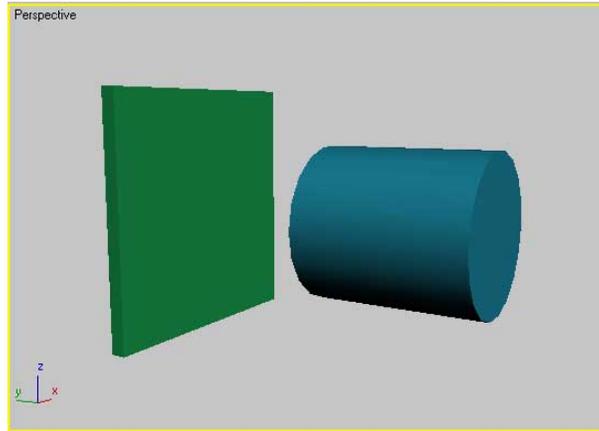


Figura 5-A. Piezas de ejemplo. Lamina delgada = A, Cilindro = B.

Hay que destacar que antes de hacer cualquier operación booleana se debe posicionar cada pieza en el lugar que se desee en el espacio, ya sea para la unión, intersección o sustracción una de la otra.

La figura 5-B muestra las 3 operaciones booleanas realizadas para las objetos de la figura 5-A.

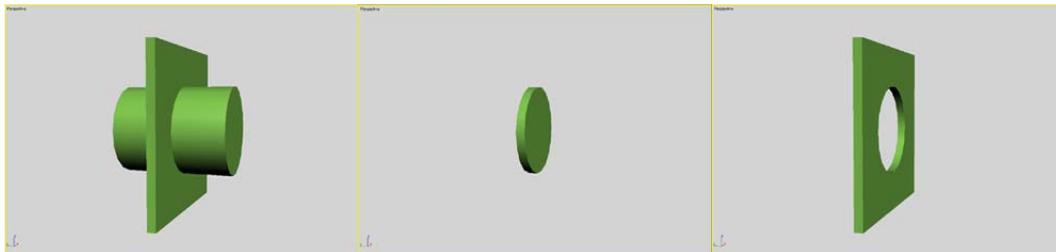


Figura 5-B. Izquierda: unión. Centro: intersección. Derecha: sustracción A-B

Existe una razón muy importante por la cual los objetos creados a partir del modificador Booleano son esenciales para la construcción de piezas de



dispositivos hechos en ingeniería, y es que todo dispositivo compuesto de varias piezas tienen que tener una relación de formas que hagan que encajen una de otras para un buen funcionamiento entre ellas.

Para cuestiones de diseño muy bien se sabe que para que un tornillo entre correctamente en el orificio en donde se le coloque debe existir concordancia entre sus diámetros, tomando en consideración las respectivas tolerancias.

### **Construcción de piezas por torno**

En la realidad el torno es una máquina herramienta usada para trabajar piezas de madera, metal, etc. La pieza gira sobre sí misma y es sometida a la acción de útiles especiales. El funcionamiento en 3D es muy similar a lo real.

La construcción por torno tiene su inicio en la creación de una o varias Splines que den forma al contorno de la pieza final. El modificador torno del software tiene la posibilidad de hacer un torneado completo de 360° o menos.

El torno genera en la pieza secciones transversales circulares, por lo que el perfil de la pieza torneada tiene el lado derecho e izquierdo exactamente simétricos. Entonces solo hará falta hacer la mitad del perfil de la pieza para su construcción en tercera dimensión.

El eje de giro para el torno de la spline viene dado por su punto pivote, es decir que antes de hacer uso de este modificador el punto pivote debe estar posicionado en lo que vendría siendo el eje central de la pieza final. Ahora bien, a las splines se les puede cambiar el punto pivote con solo ajustarlo en la panel Jerarquía del software , la que se muestra en la grafica 6.

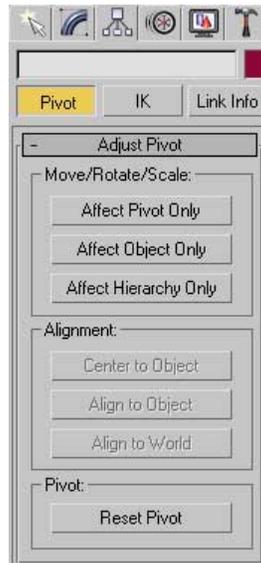


Figura 6. Panel Jerarquía.

El torno es un modificador de gran utilidad si se necesitan piezas muy específicas en cuanto a su forma y que tengan secciones transversales circulares. En la figura 7 se observa un ejemplo del Torno.

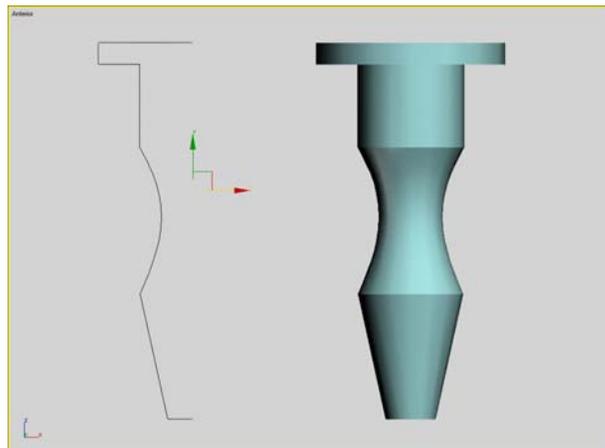


Figura 7. Izquierda: spline con su punto pivote ajustado. Derecha: spline torneada.

### Animación



La animación se basa en un principio de la visión humana. Cuando se observa sucederse rápidamente una serie de imágenes fijas relacionadas, el cerebro las percibe como un movimiento continuo. Cada una de estas imágenes individuales se denomina *fotograma*.

Tradicionalmente, el problema principal de la creación de animaciones ha sido el esfuerzo necesario para generar grandes cantidades de fotogramas. Según la calidad de la animación, un minuto de animación puede necesitar entre 720 y 1800 imágenes distintas.

En la mayor parte de los fotogramas (representación de un instante en la escena 3D) de una animación se efectúan cambios progresivos rutinarios partiendo del fotograma anterior y siempre con un fin determinado. Los estudios de animación tradicionales descubrieron que podían mejorar la productividad si éstos sólo se ocupaban de los fotogramas importantes, los *keyframes*, y los ayudantes se encargaban de crear los fotogramas que hacían falta entre los keyframes. Los fotogramas intermedios se denominaron fotogramas de *relleno*.

Una vez que se crean todos los keyframes y fotogramas de relleno, las imágenes deben renderizarse para generar las imágenes finales. Los valores de estos keyframes se denominan **keys**. Toda la información de posición, tamaño, cambios en el tiempo, escala etc. de los objetos 3D está contenida en las keys, y éstas son las que permiten hacer las animaciones y simulaciones en el software.

3D Studio Max es también un ayudante de animación. Como animador sólo ha de crear los keyframes que contienen el inicio y el final de cada secuencia animada. El programa calcula los valores interpolados entre las keys para generar la animación completa.



## Simulación por Reactor y Utilidad Dinámica

La herramienta para las simulaciones dinámicas es **Reactor**, que se encuentra disponible en el panel Utilidades  de 3D Studio Max. El plug-in reactor permite controlar y simular de forma sencilla escenas físicas complejas. Además, reactor es compatible con sistemas dinámicos completamente integrados de cuerpos rígidos y flexibles, y permite la simulación de telas y fluidos. En la figura 8 se muestra el panel Utilidades de 3D Studio Max con la utilidad Reactor activada.

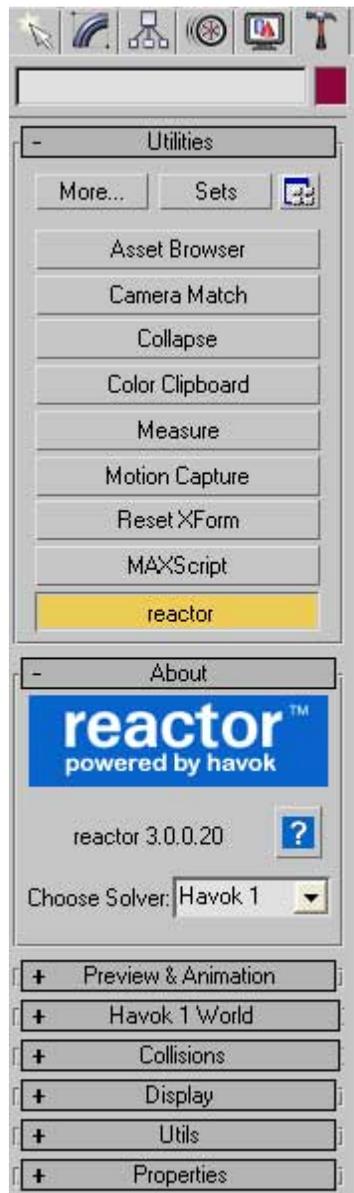


Figura 8. Utilidad Reactor.

El término **Utilidad Dinámica** designa un sistema de controles que generan keys para producir una animación que simula la física del mundo real. Por ejemplo, mediante técnicas de generación de keyframes estándar para animar una pelota que rebota, se crean keys que bajan la pelota al suelo, otras que la deforman, otras que la elevan, etc. En la figura 9 se muestra la persiana Dinámica en donde se encuentran las opciones para los objetos en la simulación.

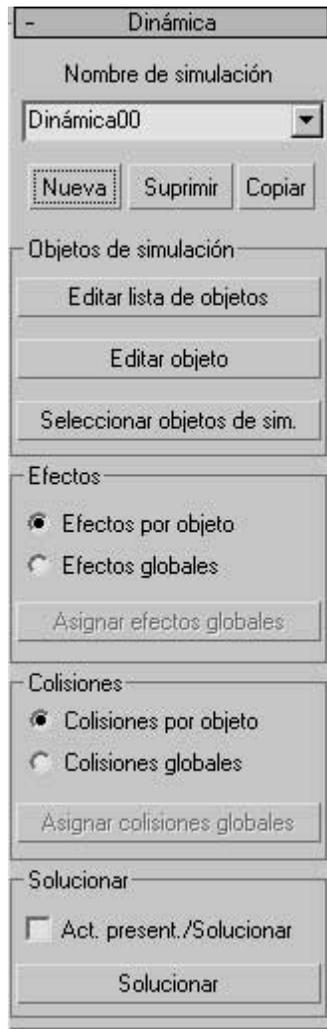


Figura 9. Persiana Dinámica de Reactor.

Con un sistema de dinámica, se asignan propiedades físicas a la pelota y al suelo (tales como fricción, cantidad de rebote), se indica qué objeto colisiona con qué otro (por ejemplo, la pelota con el suelo), se incluye en la escena un efecto (como la gravedad) y se calcula una solución para un rango de fotogramas. El resultado es una serie de keys que producen una animación en la que la pelota cae debido a la gravedad, choca con el suelo y reacciona naturalmente de acuerdo con las características de la superficie.



La utilidad Dinámica es el centro de control principal de las simulaciones dinámicas. Puede especificar qué objetos se utilizan en la simulación y cuál es la interactividad entre ellos y con los efectos de la escena. Luego la simulación se "soluciona", generando los keyframes.

Los efectos de las colisiones entre objetos dependen de la velocidad de los objetos y de sus propiedades. Para que la colisión entre dos objetos funcione, cada objeto debe tener el otro asignado para colisión.

El software permite integrar en el modelo propiedades como la densidad, masa, volumen, fricción estática, fricción por desplazamiento, elasticidad y rebote.

Una simulación muy básica consiste en crear una esfera y un efecto especial de gravedad, añadir la esfera a una nueva simulación, asignar la gravedad como un efecto sobre la esfera y resolver la simulación. El resultado es que la esfera cae por la fuerza de la gravedad.

Puede utilizar objetos dinámicos, deflectores dinámicos de efectos especiales y fuerzas como Gravedad y Viento para añadir complejidad a una simulación. El efecto especial Deflector actúa como un escudo plano para repeler las partículas generadas por un sistema de partículas. Puede utilizar una corriente de partículas proveniente de un emisor de partículas como fuerza sobre un objeto: las partículas pueden colisionar con el objeto y éste las puede deflectar, además de desplazarlo. Puede asociar objetos dinámicos especiales a los objetos, tales como Muelle para simular los efectos de un muelle.

Es posible combinar efectos: viento, gravedad, un objeto de muelle, colisión, deflexión y colisión de partículas, además de propiedades de superficie como la fricción; todos pueden funcionar en un objeto de una simulación.



Al asignar características físicas a objetos, es posible modelar ambientes reales de forma rápida y simple, y después simularlos para crear animaciones de keyframes con precisión física.

Para realizar estudios más completos de sistemas o dispositivos en el campo de la ingeniería es de gran ayuda la visualización de los comportamientos de los componentes que lo conforman (mecanismos, piezas, materiales, etc.), por tal motivo la simulación por computadora, gracias a estos sistemas de Reactor y la Utilidad Dinámica, son un factor clave que pueden brindar información adicional concerniente al funcionamiento de los mismos. A medida que tanto los docentes y estudiantes se familiaricen con el funcionamiento del software 3D Studio Max podrán realizar, con estudios adicionales, simulaciones a base de Reactor y de la Utilidad Dinámica.

Con reactor, puede ver rápidamente la presentación preliminar de escenas con la ventana de simulación en tiempo real. Esta ventana permite probar y manipular escenas interactivamente. Puede alterar posiciones de todos los objetos físicos de la escena, reduciendo drásticamente el tiempo de diseño. Después puede transferir la escena a 3ds Max con sólo una pulsación de un botón, conservando todas las propiedades necesarias para la animación.

### **Tareas básicas para el trabajo con Reactor**

Normalmente se requieren cuatro pasos para crear y realizar la presentación preliminar de una escena con el plug-in reactor:

1. Creación de la escena en 3ds Max.



2. Aplicación de propiedades físicas a los objetos de la escena con la sección Properties (Propiedades) de la persiana de reactor. Observar figura R-01.

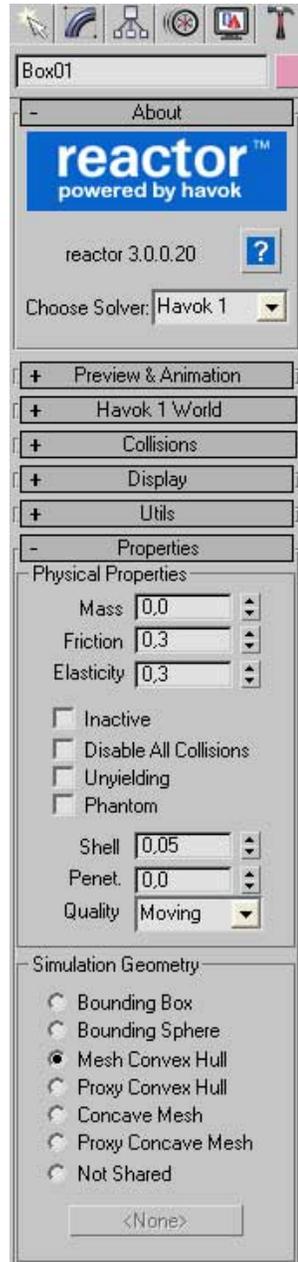


Figura R-01. Persiana propiedades de Reactor.



3. Creación de colecciones a las que se añaden objetos. Las diferentes colecciones de objetos para reactor se encuentran en el panel Crear, Ayudantes y en la ventana desplegable se selecciona Reactor. Observar figura R-02.

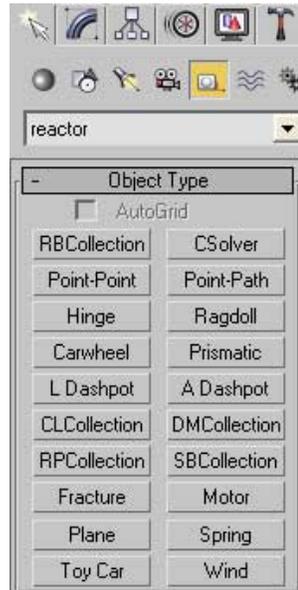


Figura R-02. Ayudantes de Reactor, en donde se incluyen las colecciones.

4. Presentación preliminar de la simulación. La figura R-03 muestra un ejemplo de un piso y una pelota en la ventana presentación preliminar de reactor.

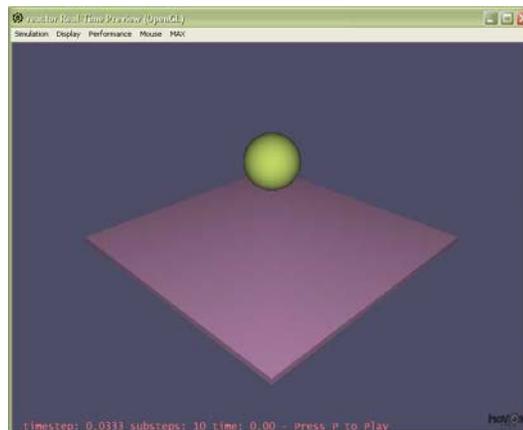


Figura R-03. Ventana de Presentación Preliminar de Reactor.



Esta ventana se puede obtener de con el botón Preview in Window al final de la persiana Preview & Animation de Reactor, tal como lo muestra la figura R-04.

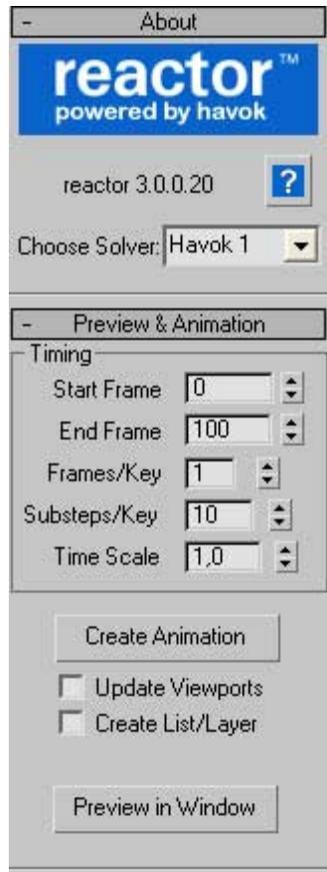


Figura R-04. Persiana Preview & Animation de Reactor.

Reactor administra los cuerpos utilizando colecciones de entidades. Colección de entidades es un término especial que describe los componentes principales de una simulación. Una colección de cuerpos rígidos es un ejemplo de colección de entidades, y los cuerpos rígidos forman parte de las colecciones de cuerpos rígidos. Las colecciones son necesarias para resolver y simular el movimiento y la interacción con objetos. Estas colecciones las encontramos en el apartado de ayudantes, tal como se observó en la figura R-02. Son 5 colecciones posibles para; Cuerpos rígidos (RBC Collection), Tela (CL Collection), Cuerpos deformables (DM Collection), Cuerdas (RP Collection) y Cuerpos Flexibles (SB



Collection). En la figura R-05 se observan las representaciones graficas de estas colecciones en la escena de 3D Studio Max.

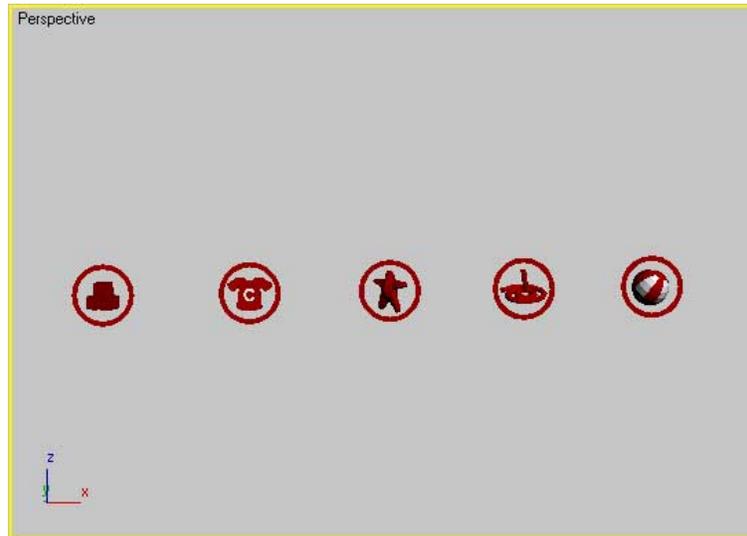


Figura R-05. Colecciones de reactor. De izquierda a derecha: RBC, CL, DM, RP y SB collection.

### Objetos convexos y cóncavos

Reactor clasifica los objetos en dos tipos: convexos y cóncavos. Un objeto se considera convexo si es posible trazar una línea recta entre cualquier par de puntos interiores sin salirse del cuerpo. Los cilindros, esferas y cajas son cuerpos convexos. Si un objeto no es convexo, entonces es cóncavo. La mayoría de paisajes, terrenos y habitaciones son cóncavos por ejemplo.

### Construcción de un cuerpo rígido compuesto

Reactor puede unir varias mallas para crear un cuerpo más complejo. Los cuerpos rígidos de reactor suelen estar formados por una o más primitivas. Las primitivas son los elementos básicos que forman los objetos. Las primitivas pueden ser planas, esféricas o geométricas. Los cuerpos rígidos compuestos se forman a



través de la unión de más de una primitiva. Los cuerpos rígidos están dotados de elasticidad y fricción. Cada primitiva tiene su masa, cuya suma determina la masa del cuerpo compuesto.

Los cuerpos rígidos compuestos resultan útiles cuando la densidad del objeto que se quiere simular no es uniforme o si el objeto es cóncavo pero puede descomponerse fácilmente en varios segmentos convexos.

Los objetos compuestos son un punto medio entre cuerpos convexos y cóncavos, ya que se simulan más rápido que los cóncavos y permiten hacer cosas como situar objetos dentro de ellos. Sin embargo, son menos precisos en la simulación que los objetos verdaderamente cóncavos.

Los cuerpos rígidos compuestos se construyen con la función **Agrupar** de 3ds Max.

### **Cuerpos flexibles**

Un cuerpo flexible es aquél cuya geometría se deforma debido a interacciones físicas. Puede curvarse, flexionarse, estirarse y realizar otros movimientos similares. Los cuerpos flexibles se utilizan para muchos fines, pero pueden ser más exigentes y ralentizar la simulación en tiempo real.

Como los cuerpos rígidos, los cuerpos flexibles funcionan mediante colecciones. Éstas se denominan colecciones de cuerpos flexibles. Las colecciones de cuerpos flexibles realizan las mismas funciones que las colecciones de cuerpos rígidos.

Los cuerpos flexibles tienen mayor número de propiedades físicas para describir su movimiento que los cuerpos rígidos. Entre estas propiedades hay características como la amortiguación, suavizado y rigidez. Estas propiedades se aplican a los cuerpos flexibles además de las propiedades rígidas masa y fricción.



La mayoría de los cuerpos flexibles creados con 3ds Max usan un cuerpo rígido como punto de partida inicial. Normalmente se crea un cuerpo flexible formando primero la forma rígida del cuerpo y convirtiéndola después en cuerpo flexible.

### Agua en la simulación de Reactor.

El agua es la representación de Reactor de los cuerpos fluidos que puede usarse para mejorar las escenas. Los objetos pueden interactuar con el agua en formas físicamente realistas, como rizos y ondas. El agua puede tener densidades diferentes, un factor crucial para determinar si el objeto flota o no.

El agua de reactor se encuentra en el apartado de Efectos especiales  del panel Crear , seleccionando Reactor en la ventana desplegable. Tal como se muestra en la figura R-06.



Figura R-06. Agua de Reactor.

A continuación se muestra una vista general de la interfaz de 3D Studio Max para luego empezar con las prácticas concretas del manual.

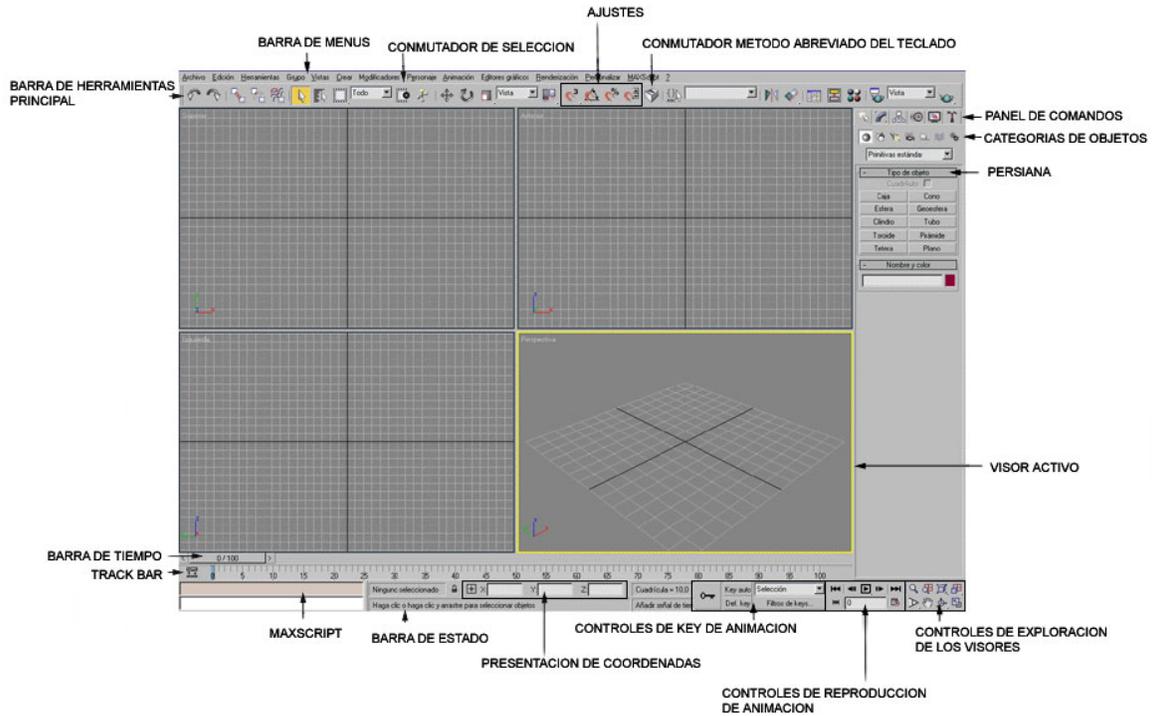


Figura M-01: Ventana de 3D Studio Max

Gran parte de la ventana del programa está ocupada por los visores (Al iniciar **3ds max**, la pantalla principal contiene cuatro visores de igual tamaño), donde se muestra una escena y se trabaja en ella. Las demás áreas de la ventana contienen controles y presentan información de estado.

3D Studio Max engloba, en una única superficie, casi todas las capacidades de trabajo. Si bien no se encuentra exento de cuadros de diálogo, menús desplegables y módulos individuales que permiten ampliar esa área de trabajo, lo cierto es que todo lo medio-básico se encuentra en un único interfaz.

La barra de menú alberga todas las funciones accesibles desde el teclado al estilo de cualquier aplicación de Windows.



La barra de herramientas contiene ciertas funciones de selección, restricción de ejes, de enlace, útiles y bastante usuales en la creación de escenas. La barra de herramientas generalmente no cabe dentro de la pantalla, por lo que debemos utilizar el arrastre en forma de mano proporcionado por el cursor cuando se sitúa encima de una zona vacía de la barra.

### Modelado de Objetos

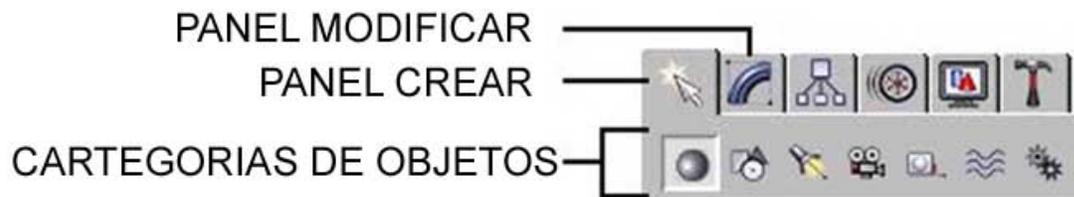


Figura M-02: Paneles principales

Los objetos de una escena se modelan creando objetos estándar, como formas geométricas 3D y 2D, a los que después se aplican modificadores. El programa incluye una amplia gama de objetos y modificadores estándar.

### Creación de objetos

Los objetos se crean designando una categoría y tipo de objetos en el panel Crear y haciendo clic o arrastrando en un visor para definir los parámetros de creación del objeto. El programa organiza el panel Crear en siete categorías básicas: Geometría, Formas, Luces, Cámaras, Ayudantes, Efectos especiales y Sistemas.



## **Selección y situación de objetos**

Los objetos se seleccionan haciendo clic o arrastrando una región en torno a ellos. También es posible seleccionar por nombre u otras propiedades, como color o categoría de objeto. Tras seleccionar objetos, su posición en la escena se define con las herramientas de transformación Mover, Rotar y Escalar. Utilice las herramientas de alineación para colocar los objetos con precisión.

## **Modificación de objetos**

Los objetos se esculpen y editan con su forma definitiva aplicándoles modificadores mediante el panel Modificar. Los modificadores aplicados a un objeto se almacenan en un catálogo, donde es posible retroceder en cualquier momento para cambiar el efecto del modificador o eliminarlo del objeto.

La creación de objetos con idénticas características puede llevarnos a duplicar uno existente. Los tipos de duplicación que existen en MAX son tres: copiado, con lo que se crearían dos objetos distintos e independientes con idénticas características; calco, con lo que crea con lo que crearíamos dos objetos distintos y dependientes, lo que origina que al modificar uno de ellos se modifica el otro automáticamente, y referencia, con lo que creamos un segundo objeto dependiente del primero pero no al revés.

A medida que se avance en las prácticas del manual se tocarán estos puntos tratados anteriormente con más profundidad, abordando su uso en la creación de objetos 3D específicos. En la siguiente unidad (la Unidad 2) se explicará una de las funciones para construir geometrías con secciones transversales específicas.



Para concretar todos estos conceptos de la Unidad I ver el video tutorial introductorio disponible en el disco adjunto al Trabajo de Grado.

## **Unidad 2. Solevado de objetos**

La solevación es la asignación de formas y recorridos de diseños personalizados. Como se comentó en la Unidad I, en conjunto con el video tutorial introductorio, es la utilización de caminos rectos en la extrusión, o los caminos circulares en el torneado, a partir de aquí se diseñan caminos propios y sus formas asociadas para crear objetos de verdadera complejidad.

Como se acaba de indicar, en la solevación consiste en crear objetos en donde la sección y el recorrido de extrusión no se encuentran limitados a una línea recta o a un perfil de contorno. También pueden existir una o varias secciones. Es decir, no hay ninguna limitación en cualquiera de las tres dimensiones. Con esta técnica de creación de objetos tridimensionales se pueden realizar objetos realmente complejos. Podríamos resumir diciendo que solear es modelar cualquier objeto de cualquier forma y con cierta técnica.

Para la creación de un objeto 3D por medio del Solevado se requieren de 2 tipos de elementos: primero, una o varias secciones transversales, las cuales se le irán asignando al recorrido para generar la figura final y segundo un único recorrido, en donde estará definida de principio a fin todo el objeto 3D.



## Práctica # 1. Solevado I: modelado de objetos con caminos predefinidos.

Antes de empezar con la lectura de la práctica se recomienda ver en primer lugar el video tutorial correspondiente, para así luego tener el soporte con la siguiente lectura, o inclusive si es de su agrado utilizar los dos recursos en conjunto para afianzar los conocimientos que allí se dan. De esta manera si no comprende algo de la lectura, podrá despejar la duda con la observación en pantalla del trabajo en proceso que aporta el video tutorial.

Un ejemplo sencillo es crear una viga en forma de L mediante una línea recta como recorrido y la letra L como sección transversal.

1. Primero, crearemos la sección, también denominada Forma en el programa. Para hacer esto nos vamos al Panel Crear  (Create) y escogemos la categoría Formas  (Shapes). Pulsamos el botón Texto e introducimos los siguientes parámetros: tamaño (Size) igual a 20 unidades y como texto escribimos sólo la letra L en mayúscula, tal como en la Figura P01-VS-A.



Figura P01-VS-A.

2. Pinchamos en cualquier parte la vista Anterior (Front) y situamos nuestra letra, tal como se observa en el Figura P01-A. En el caso de no poder ver bien el objeto, en este caso la letra L, pulsemos el botón Zoom a todo  (Zoom Extents All) que se encuentra en los controles de exploración de los visores, abajo a la derecha de la interfaz de 3D Studio Max. Con esto se encuadran los visores en el objeto creado.

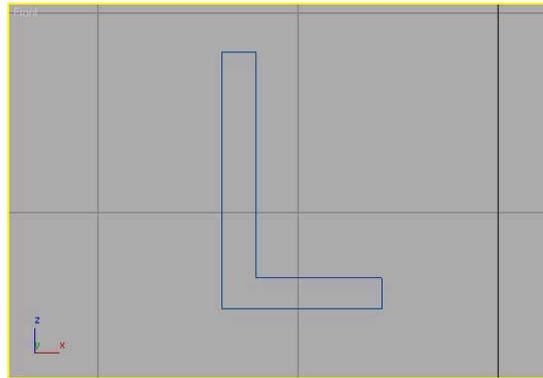


Figura P01-A: sección transversal (letra L).

3. Ahora trazaremos el recorrido en el cual se irá construyendo a lo largo el objeto Solevado con la sección transversal en forma de L. Accedemos al panel crear (Create), al botón formas (Shapes) y el botón línea (Line). Dibujamos en la vista superior una línea que a partir unas 20 cuadrículas, tal como se observa en el Figura P01-A2. Podemos hacer uso de los controles de exploración de visores para rotar la vista perspectiva. Para rotar y cambiar el ángulo se utiliza el botón Arc Rotate .

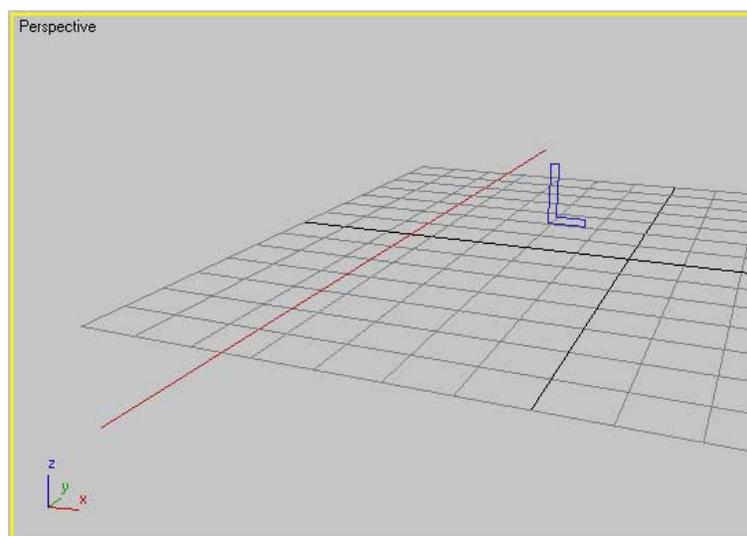


Figura P01-A2: sección transversal y línea recorrida.



4. Hasta aquí tenemos los dos elementos básicos. Vamos a construir el objeto. Para ello tenemos dos posibilidades, o seleccionamos el recorrido y de asignamos la forma, con lo que la forma o una copia de ella se moverá hasta la posición de inicio del recorrido, o seleccionamos la forma y le asignamos el recorrido, con lo que se desplazará el recorrido y la forma se quedarán en su sitio. Vamos a utilizar la asignación de forma, sólo por escoger una de ellas. Seleccionamos la línea que hemos creado y, pulsamos el panel Crear , el botón Geometría  y seleccionamos Objetos de composición (Compound Objects) de la lista desplegable de geometrías posibles y pulsamos el botón Solevado (Loft), como lo muestra la Figura P01-VS-A.

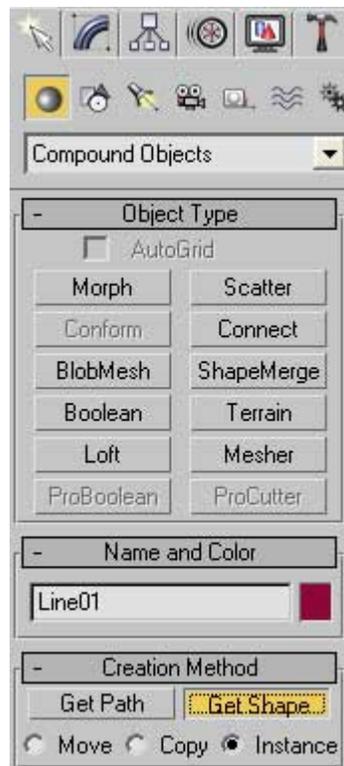


Figura P01-VS-A.

Es importante haber seleccionado la línea con anterioridad ya que de lo contrario este botón de Solevado no estará activado. Una vez hecho esto



usamos el botón Asignar Forma (Get Shape) y seleccionamos la letra L en cualquiera de los visores. Podemos observar lista la viga en la figura P01-B.

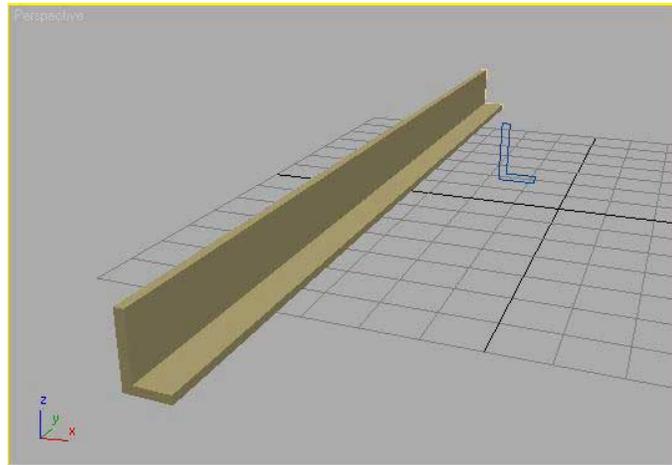


Figura P01-B: Recorrido con sección transversal y la sección transversal a la derecha.

Ahora tenemos una viga recta con sección transversal en forma de la letra L perfectamente construida. Esto es algo que también pudo haber sido construido con una L extruida ya que ésta lo hace en línea recta (con el modificador Extrude), pero los objetos Solevados tienen la ventaja de que también pueden trabajar con líneas curvas. Para observar esto podemos repetir los pasos anteriores pero podemos tener como recorrido un Círculo de 50 unidades de radio por ejemplo y asignarle a este círculo la sección transversal L., con esto tendremos un objeto Solevado más complejo, tal como se muestra en la Figura P01-C.

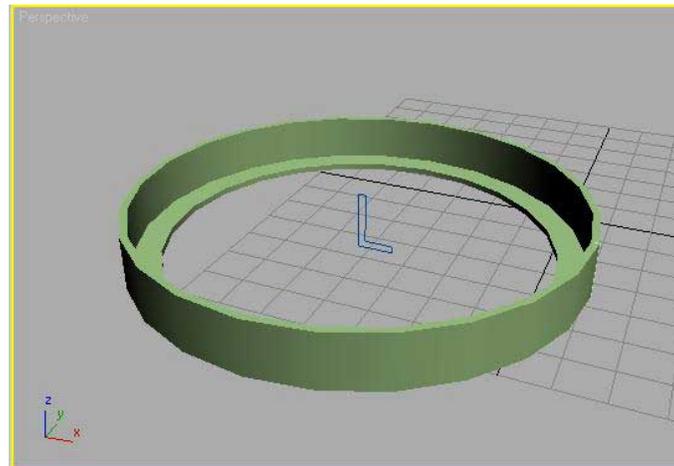


Figura P01-C: Objeto Solevado con un círculo como recorrido.

**Ejercicio propuesto:** Construir una pieza decorativa con sección transversal en forma de estrella y como recorrido un arco, como se muestra en la Figura E-01.

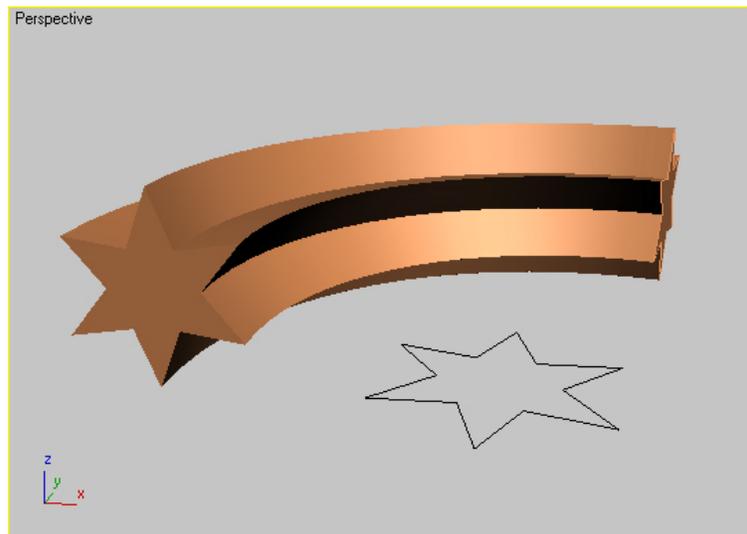


Figura E-01. Pieza decorativa en estrella.



## **Práctica # 2. Solevado II: asignación de formas a lo largo de un recorrido recto.**

Antes de empezar con la lectura de la práctica se recomienda ver en primer lugar el video tutorial correspondiente, para así luego tener el soporte con la siguiente lectura, o inclusive si es de su agrado utilizar los dos recursos en conjunto para afianzar los conocimientos que allí se dan. De esta manera si no comprende algo de la lectura, podrá despejar la duda con la observación en pantalla del trabajo en proceso que aporta el video tutorial.

Basándonos en una línea recta asignaremos distintas formas en distintos momentos para generar objetos de complejidad media. Construiremos una especie de reten metálico con dos secciones transversales, una sección circular y la otra cuadrada. Cada una de las secciones será una forma distinta y se colocará en un punto distinto del recorrido. Indicaremos una serie de niveles en el recorrido y a cada nivel le asignaremos una forma como sección. De esta manera se pueden construir objetos con cierto grado de complejidad, como columnas, pilas, copas, etc.

Para elaborar correctamente una pieza utilizando este método de Solevación debemos tener en cuenta lo siguiente:

**Primero**, las secciones transversales deben tener una relación de aspecto una con respecto a la otra, es decir, deben guardar una proporción entre sí dado que marcarán el grosor de la pieza, incluso tienen que guardar relación con la longitud del recorrido.

**Segundo**, cada tramo dentro del objeto debe tener una forma asignada al principio y al final del mismo, si se quiere mantener dicha sección durante ese tramo. Si no



es así, se calcularán las posiciones intermedias entre dos secciones distintas de tramos diferentes interpolando las posiciones intermedias.

**Tercero**, siempre, y como es habitual en MAX, podemos modificar en cualquier momento los diseños en dos dimensiones sobre los que se sustenta, recorrido y secciones, para visualizar en tiempo real un modelado sólido del objeto final. Esto es muy importante ya que nos servirá para calcular tamaños y distancias de los elementos a manipular.

1. Comencemos con el recorrido, como se observó en la práctica anterior las formas básicas de los objetos solevados se diseñan en dos dimensiones. Accedemos al panel Crear , al botón Formas  y el botón Línea. Dibujamos en la vista superior una línea que abarque unas 20 cuadrículas, haciendo clic para iniciar la línea, presionamos y mantenemos la tecla Mayúscula para desplazarnos con el ratón hasta ocupar las 20 cuadrículas, luego un clic mas para marcar el punto de terminación de la línea y después, para dejar de construir, pulsamos el botón derecho del ratón. Mantener la tecla Mayúscula presionada permite crear la línea creada perfectamente vertical u horizontalmente, luego
2. El segundo paso es crear las secciones trasversales: una circular y una cuadrada. Accedemos al panel Crear , al botón Formas  y el botón Circulo (Circle) y creamos una circunferencia de 20 unidades de radio. Ver gráfica p02-VS-A. Ahora con el mismo procedimiento que con el círculo pulsamos el botón Rectángulo (Rectangle) y, manteniendo pulsada la tecla Ctrl., crearemos un cuadrado de unas 34 unidades de lado. El mantener la tecla Ctrl presionada mientras creamos la forma nos permite que todos sus lados tengan la misma magnitud.

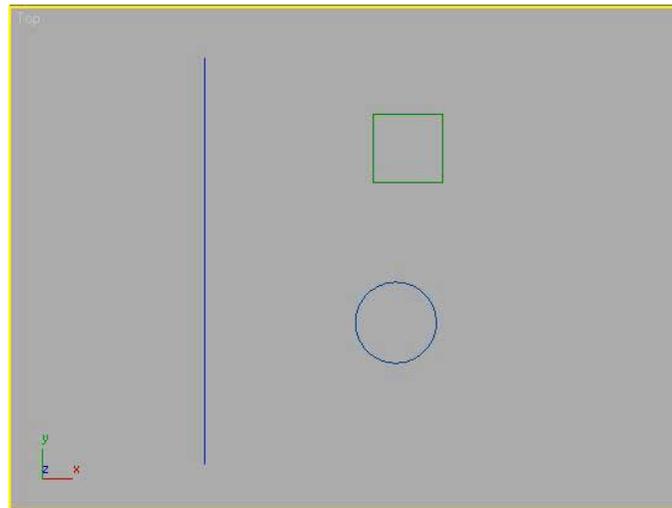


Figura P02-A: Línea de recorrido y las dos secciones trasversales.

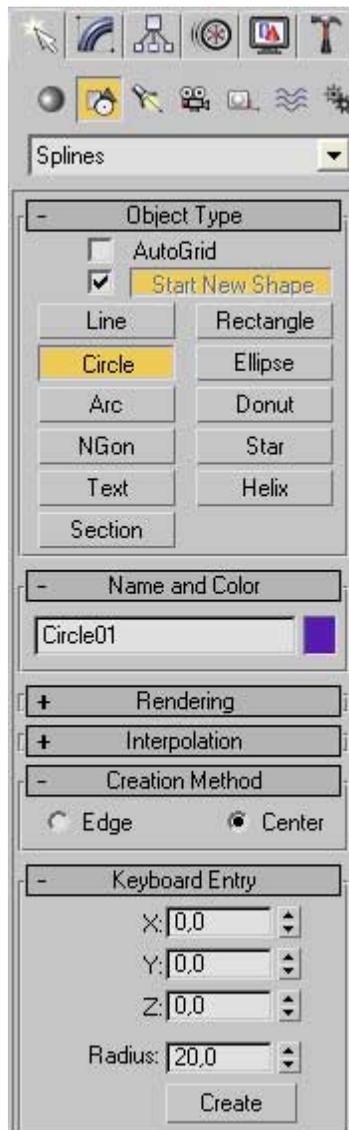


Figura p02-VS-A.

3. Con todas nuestras formas creadas en dos dimensiones creadas podemos empezar a modelar nuestro objeto solevado. Presionamos Seleccionar Objeto  (Select Object) de la barra de menú principal y pinchamos la línea del recorrido. Nos vamos al panel Crear  y pulsamos el botón Geometría . Seleccionamos Objetos de composición (Compound Objects) de la lista desplegable y pulsamos el botón de Solevado (Loft). Unas vez hecho esto, activamos el botón Asignar forma (Get Shape) y presionamos el cuadrado



en cualquiera de los visores. El objeto Solevado ahora es una barra con sección transversal cuadrada en todo su recorrido, como se muestra en la Figura P02-B.

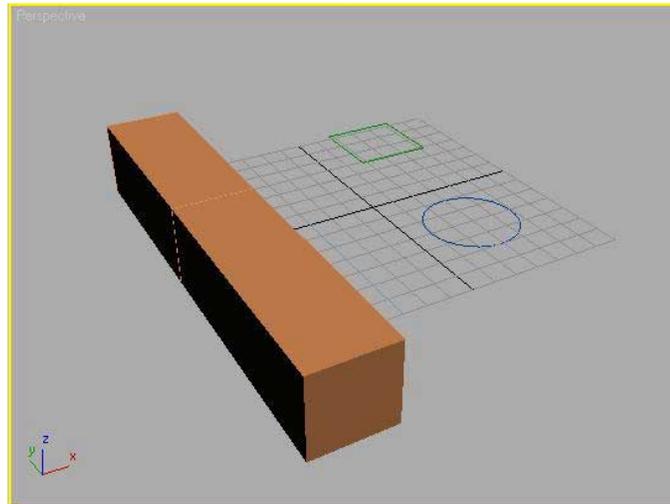


Figura P02-B: objeto solevado primario.

4. Vamos a incorporar otra sección transversal a nuestro objeto solevado primario. Nos aseguramos de tener seleccionado el objeto solevado y el panel modificar  abierto. En la persiana parámetros de recorrido (Path Parameters) tenemos un valor predeterminado de cero "0" en Path, esto indica el punto de inserción de la sección transversal actual, bien medido en unidades o en porcentaje. Este valor va de 0 a 100 unidades, siendo cero el principio del recorrido y 100 el final del mismo. Dejemos un rango del recorrido con la sección Cuadrada, de 0 a 45. Como actualmente el objeto solevado tiene asignado en todo su recorrido la sección transversal cuadrada por defecto, debemos indicar solo el final de nuestra primera sección con el mismo cuadrado como sección transversal, para eso escribiremos 45 como valor en Path, a efectos de nuestro diseño por ejemplo, por lo que podría ser otro valor, se presiona de nuevo el botón Asignar Forma (Get Shape) y pulsamos en cualquiera de los visores el Cuadrado que construimos en un



principio. Ver Figura P02-VS-B. El objeto sollevado aun debe verse igual, no le hicimos un cambio de forma, solo le hemos asignado un rango de sección transversal.

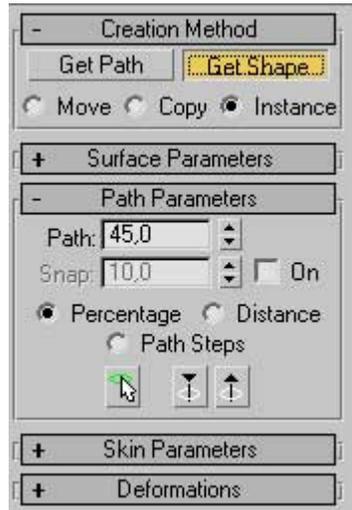


Figura P02-VS-B

Con esto hemos hecho nuestro primer tramo del reten sollevado.

5. Hasta ahora nuestra figura sollevada sigue viéndose igual, pero esto cambiará con la asignación del segundo tramo de sección transversal. Para eso escribiremos, por ejemplo, 60 como valor en Path, a efectos de nuestro diseño, y activamos el botón Get Shape y pinchamos en cualquiera de los visores el Círculo creado inicialmente. Ahora ya tenemos nuestro reten de dos secciones transversales distintas. Si observamos con cuidado podemos darnos cuenta, en la figura P02-C, que existe una interpolación de forma en la transición de un tramo al otro, del cuadrado al circular, lo que es muy aceptable, pero nuestro objeto sollevado aun no está correctamente elaborado ya que por defecto las formas en dos dimensiones están desfasadas entre sí, teniendo como resultado cierta torsión en la interpolación de las formas. Para corregir esto tenemos que alinear las secciones transversales.

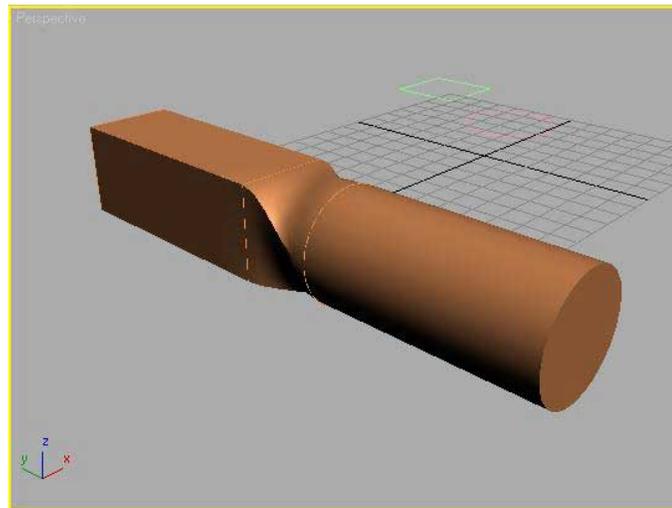


Figura P02-C: Objeto solevado con torsión en la interpolación de formas.

- Activamos el panel Modificar . Teniendo el objeto solevado seleccionado pulsamos el botón Subobjeto de Nivel (el signo + al lado de la palabra Loft justo debajo de la lista de modificadores) y elegimos Shape. Lo que debemos hacer es comparar el punto de inicio de cada Forma para que todos se encuentren alineados. Ver Figura P02-VS-C.

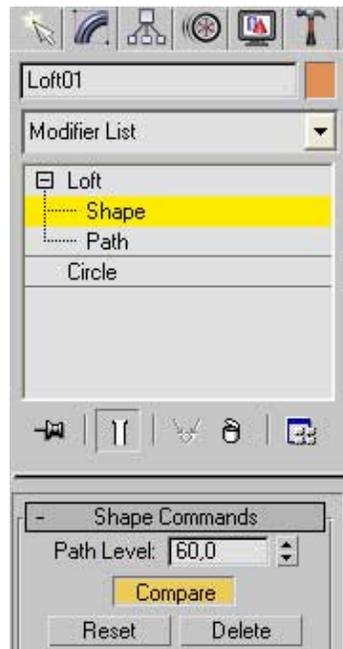


Figura P02-VS-C.

Pulsamos el botón Compare y se abre una nueva ventana en blanco.



7. Se debe indicar cuáles son las formas que vamos a alinear. Para ello pulsamos el botón Pick Shape  de la esquina superior izquierda de la ventana Compare y seleccionamos “sobre el objeto solevado” las formas que están en los extremos de la interpolación de formas, esto es las formas que están en 45 y 60 unidades del recorrido. Ahora activamos el botón Seleccionar y Rotar  (Select and Rotate) de la barra de herramientas principal para girar el círculo y hacer que los pequeños cuadrados de las Formas en la ventana Compare estén alineados. La ventana Compare es solo para observar con precisión la alineación de las formas, mas no para moverlas. Observar figura P02-D1. Con Seleccionar y Rotar activado seleccionamos el círculo “de el objeto solevado” en la vista Perspectiva y lo vamos a rotar 45 grados en el eje Z de la forma. Si se quiere realizar el giro con total precisión podemos utilizar herramientas de ajuste. Pulsamos botón derecho del Mouse encima del botón *Conmutador de Ajuste Angular*  (Angle snap Toggle) de la barra de herramientas principal. Aparece la ventana de Configuración de cuadrícula, en la casilla Angle de la persiana Options introducimos 45. Representa el incremento en grados que se logra cada vez que se gire la forma. Ver Figura P02-VS-D.

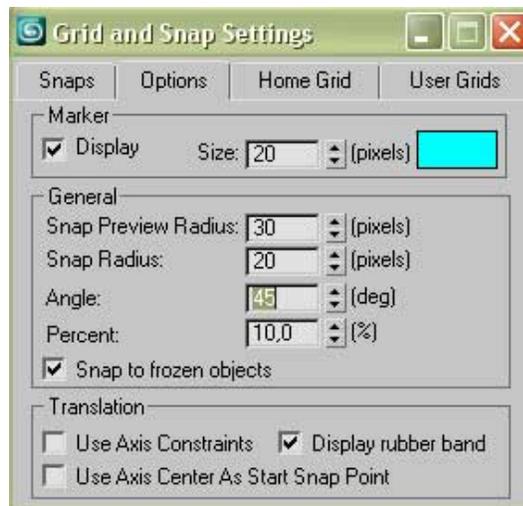


Figura P02-VS-D.



Cerramos la ventana y pulsamos el mismo botón con el botón izquierdo del Mouse, para activarlo. Si ahora rotamos nuestra forma veremos que lo hace de 45 en 45 grados. Para desactivarlo pulsamos el mismo botón. En las figuras P02-D1 y P02-D2 se observan los resultados.

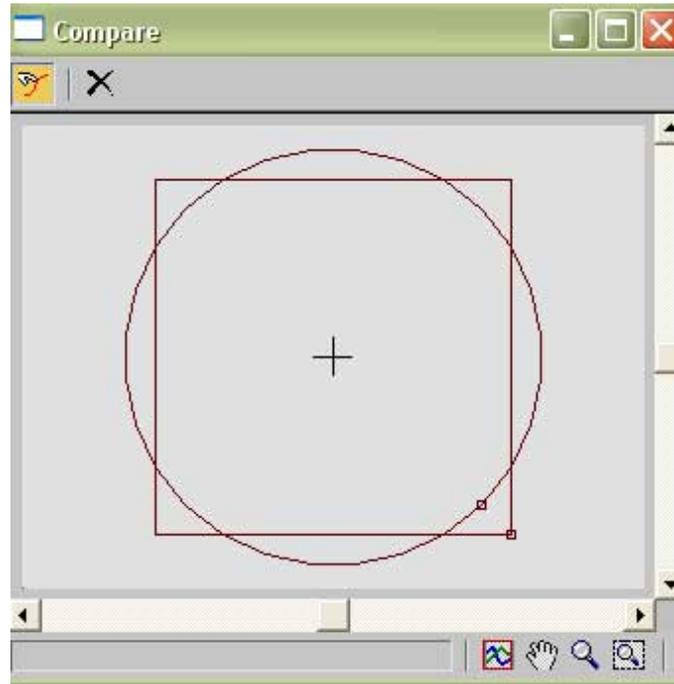


Figura P02-D1. Ventana de comparación de formas.

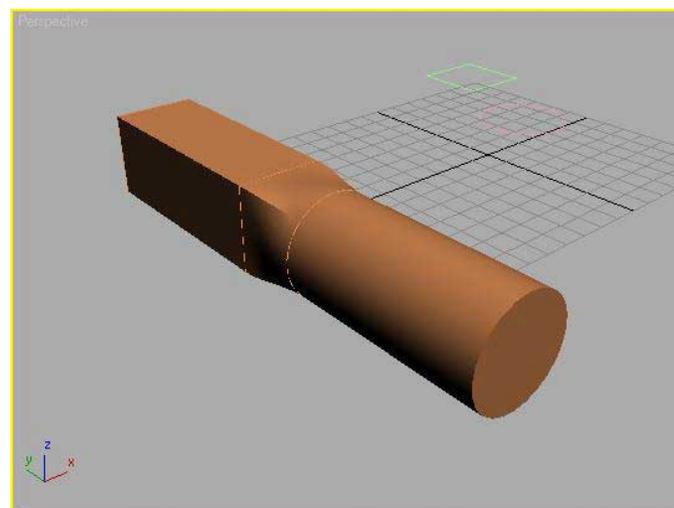


Figura P02-D2: Objeto solevado terminado.



8. Con todo esto realizado podemos observar que la torsión en la interpolación de las formas ha sido corregido. Imaginemos ahora que las formas no tienen el tamaño adecuado y que, por ejemplo, queremos estrechar un poco la sección circular. Lo primero que debemos hacer es posicionarnos donde estamos, esto es, dentro del panel Modificar y con el nivel de selección Subobjeto asignado a Shape. Lo segundo es activar el botón Seleccionar y Escalar uniformemente  (Select and uniform scale) de la barra de herramientas principal y hacer la modificación de la forma como se desea, u otra forma es seleccionar directamente la forma y modificarla sin tener seleccionado el objeto solevado.

**Ejercicio propuesto:** Construir un objeto como el de la Figura E-02 con un recorrido recto y dos secciones transversales, un rectángulo y una elipse.

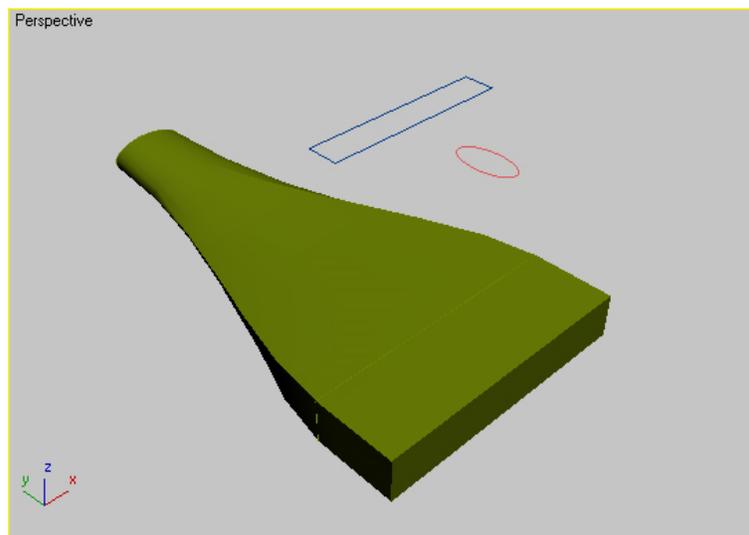


Figura E-02. Objeto solevado con recorrido recto y dos secciones transversales.



### **Práctica # 3. Solevado III-A: Deformación de objetos mediante Splines**

Tal como se dijo en las prácticas anteriores, antes de empezar con la lectura de la práctica se recomienda ver en primer lugar el video tutorial correspondiente. De esta manera si no comprende algunos de los procedimientos dichos en la lectura, podrá despejar dudas con el video tutorial.

Una manera de manipular objetos en gran magnitud, en cuanto a las posibilidades de construcción de objetos en 3 dimensiones, es modificando los perfiles bidimensionales que componen la pieza sollevada. Permite diseñar y modelar objetos con un acabado perfecto. A la hora de trabajar con herramientas de deformación mediante la edición de líneas es conveniente tener muy claras las ideas en relación con lo que se quiere, dado el grado de complejidad que se puede alcanzar.

Imaginemos, por ejemplo, un cilindro metálico que queremos esculpir para hacer un destapador de botellas, solo por nombrar un objeto. Se debe ir cortando, torneando, fresando... en definitiva restando material del trozo original. En los medios que hemos visto hasta ahora, realizábamos la construcción de un objeto a partir de la nada, con recorrido, torno, extrusión, nos plantábamos delante de un papel en blanco y construíamos. En las herramientas de deformación se parte de algo (excepto en ajuste) ya creado para editarlo y dotarle de curvas y puntos de inflexión varios que no tiene el original. En las herramientas de ajuste se puede construir un objeto mediante la edición de su sección, y sus vistas de frente y de perfil, donde, mediante planta, alzado y sección se puede, también, construir de la nada.

Es lo más parecido a esculpir. Partiendo de un bloque, se puede escalar cada uno de los puntos del recorrido para que sea más o menos ancho, se puede torcer el objeto de forma perpendicular al eje central, se puede oscilar, esto es, rotar las



formas que componen el objeto de forma paralela al eje central, se puede biselar las partes finales de los objetos, pulir sus esquinas, etc.

Debemos tener en cuenta que las deformaciones son aditivas, no sustractivas, esto es, que se acumulan y no se anulan entre sí. Además, pueden estar activas o inactivas, con lo que podemos sacar distintos objetos según las diferentes combinaciones de la mallas entre sí. En este caso, si es aconsejable trabajar en el modo de representación Suavizado + Resalte (Smooth + Highlights) porque, en tiempo real, podemos observar cómo queda el objeto en todas las vistas con una previsualización bastante fiel a la realidad en cuestión de formas. Esta opción de visualización se encuentra pulsando el botón derecho del Mouse sobre el título de cada uno de los visores.

1. Mediante este tipo de deformación en los objetos solevados vamos a modelar una especie de Mecha para Taladro en la próxima práctica, pero antes realizaremos unos ejercicios progresivos para tener una mejor comprensión de este método de construcción. Siempre vamos a partir de un cilindro por lo tanto lo debemos construir. Nos sirve una primitiva ya que, las deformaciones se realizan sobre objetos solevados. Accedemos al panel *Crear* , al botón *Shapes*  y al botón *Line*. Vamos a crear, como en la práctica anterior, el recorrido del objeto a modelar. Trazamos una línea recta de doce cuadrículas de longitud, la nombramos RecorridoPrueba, esto es en el campo de nombre del panel modificar, y le asignamos un color rojo, color que se le asigna en el cuadro de color justo al lado del nombre en el panel modificar. Creamos también un círculo de nombre FormaPrueba, color rojo y un radio de 12 unidades, aproximadamente.
2. Con el botón *Seleccionar Objeto*  activado en la barra de herramientas principal seleccionamos RecorridoPrueba y accedemos al botón *Geometry*  del panel *Crear* . Seleccionamos Objetos de composición (Compound



Objects) de la lista desplegable y pulsamos el botón de Solevado (Loft). Activamos el botón Get Shape y también Move y seleccionamos FormaPrueba. Ya tenemos nuestra materia prima, nuestro objeto base, al que llamamos BloquePrueba01 y asignamos un color Verde.

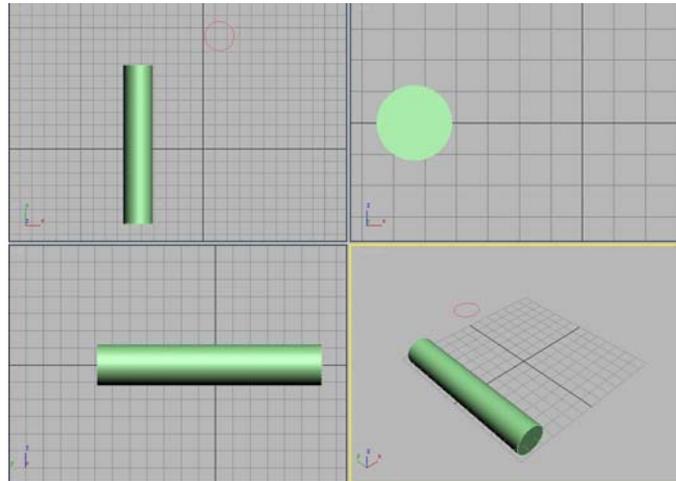


Figura P03-A: Objeto solevado base.

3. Vamos a crear 4 copias de BloquePrueba01 para realizarle cambios a cada una de ellas y así poder observar las posibilidades de modificaciones realizables a un objeto solevado. Activamos el botón Seleccionar y Mover  de la barra de herramientas principal y manteniendo la tecla Mayúsculas pulsada seleccionamos y movemos un poco en el eje X a BloquePrueba1, soltamos la tecla Mayúsculas y aparece una ventana llamada Clone Option, activamos la casilla Copy y escribimos 4 en el número de copias, pulsamos Ok.

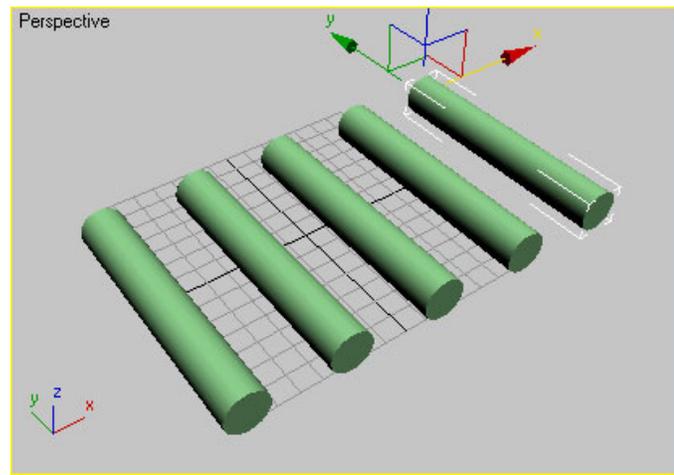


Figura P03. Solevado original y 4 copias.

4. El bloque original, BloquePrueba01, lo dejaremos intacto. Empezaremos con la primera deformación en la lista de deformaciones de un objeto solevado, el escalado. Para ello, seleccionamos el segundo bloque BloquePrueba02.
5. Con el objeto seleccionado abrimos el panel Modificar , si no está activado ya, y accedemos a la ultima persiana, Deformaciones. Allí se observan las 5 deformaciones posibles. Ver Figura P03-VS-A.

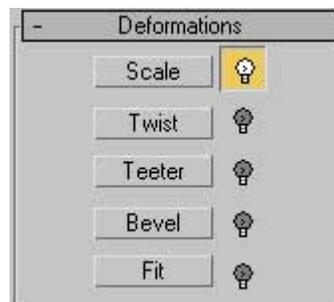


Figura P03-VS-A.

La primera es Scale. Si pulsamos el botón vemos como aparece una ventana con una línea roja situada en el valor 100 del eje Y perteneciente a una escala porcentual, que representa el perfil del objeto solevado seleccionado. Observamos una línea gruesa gris, que marca el centro, una

serie de líneas grises más finas, que marcan grados de porcentaje, y una línea gris situada en -100 que marca el espejo del perfil del objeto. Empecemos por lo más sencillo. Activemos el botón Move Control Point  de la barra principal de la ventana Scale Deformation, seleccionamos el extremo izquierdo de la línea roja, marcados con un cuadro pequeño negro y arrastrémoslo hasta el valor cero. Para ser precisos también podemos llevar este punto escribiendo el valor de cero en la casilla de texto correspondiente al eje Y (lado izquierdo) en la parte de abajo de la ventana de Deformación por Escala. Podemos observar cómo automáticamente, se actualizan las vistas y se previsualiza el objeto modificado, en este caso, el mismo cilindro, pero afilado. Ver Figura P03-B.

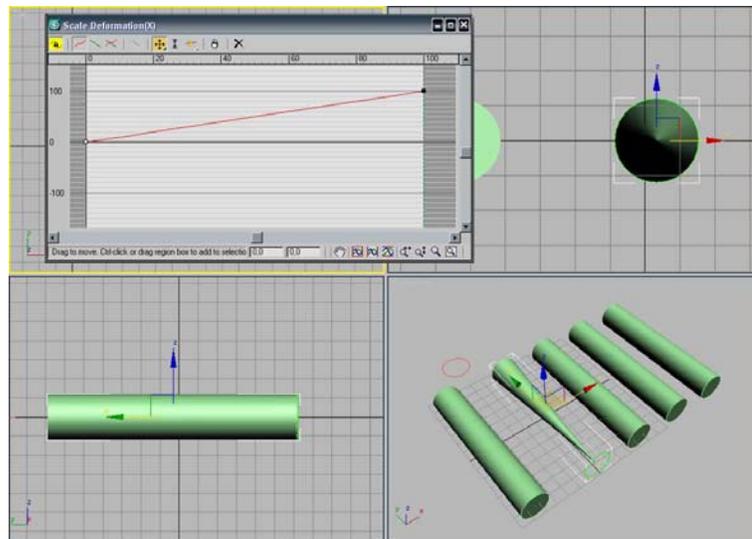


Figura P03-B: Ventana de Deformación por Escala para el BloquePrueba02.

6. Si se quiere transformar solo una sección del cilindro se debe insertar un punto de inserción, bien de esquina, bien curvado (Bézier). Pulsamos el botón Insert Corner Point  en la barra principal de la ventana y marcamos cualquier punto en la recta. Desplazamos el punto a otra posición y veremos cómo la línea recta se divide en dos segmentos. De momento,



tenemos el botón Convertir en Simétricos (Make Symmetrical , el botón del lado izquierdo de la ventana) activado. Con esto logramos que las transformaciones en los ejes X e Y sean iguales, con lo que podemos observar los resultados de forma más clara. Si deseamos un punto Bézier, o bien pinchamos un punto ya creado con el botón derecho del ratón, o bien pulsamos y mantenemos pulsado el botón Insertar Punto de Esquina, con lo que podemos elegir el botón Insertar punto Bézier (Insert Bézier Point) al desplegarse el menú .

Los puntos Bézier poseen dos manejadores que se pueden desplazar conjunta o individualmente (pulsando la tecla Mayúsculas) para crear curvas de distintas características. Si no podemos visualizar nuestra línea de forma adecuada utilizaremos la herramienta de Zoom y de Encuadre que se encuentran en la parte inferior derecha de la ventana de deformación.

Puede ser interesante desactivar el botón Convertir en Simétricos  para trabajar exclusivamente con uno de los dos ejes. Para visualizar cada eje tenemos los botones Mostrar eje X , Mostrar eje Y  y Mostrar ejes XY  en la parte superior de la ventana de deformación, como se muestra en el Figura P03-C.

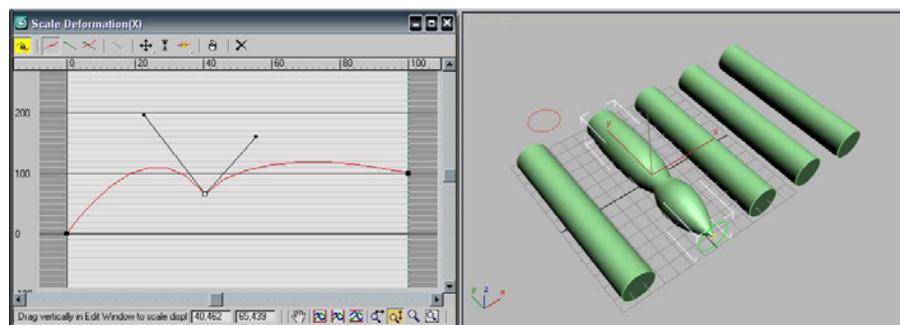


Figura P03-C: Ventana de Deformación por Escala con punto Bézier.

7. Vamos a experimentar que efectos produce en el objeto solevado la modificación Torsión (Twist). Cerremos la ventana Scale y seleccionemos el



objeto BloquePrueba03. Activamos el botón Twist. Vemos que, aunque también se manejan porcentajes, la línea de edición parte de 0 por 100. Vamos a llevar un extremo hasta el 200 y el otro hasta -200. Si nos fijamos en los visores observaremos que el objeto solevado se retuerce sobre su eje Y. Podemos comprobar que no existen botones de simetría, porque trabajamos con un único eje central, en vez de los dos ejes, X e Y. Cerramos la ventana de deformación por torsión (Twist Deformation).

8. Seleccionamos BloquePrueba04 y pulsamos el botón Oscilar (Teeter). Vamos a comprobar cómo rota la sección del objeto en torno a su eje X o a su eje Y. En esta deformación, por ejemplo, podemos probar a trabajar independientemente con cada eje: para ello, pulsemos el botón Convertir en Simétricos  para desactivarlo. Si pulsamos los botones Mostrar eje X  y Mostrar eje Y , podemos trabajar con cada eje por separado.

Cuando queramos comparar los dos ejes podemos pulsar el botón Mostrar ejes XY  (Display XY Axes). Si queremos restaurar algunos de los perfiles de tal forma que vuelvan a su configuración inicial podemos pulsar el botón Restablecer Curva  (Reset Curve). Y, por último, para intercambiar los perfiles de cada eje entre sí, pulsaremos el botón Cambiar Curvas de Deformación  (Swap Deform Curves). Por ejemplo, y con la simetría desactivada, vamos a trabajar sobre el eje X y a llevar el extremo inicial de su perfil (siempre es el que se encuentra situado a la derecha) hacia un valor aproximado de 50. Insertamos un punto Bézier y creamos una curva. También debemos mover el punto 0 del perfil a un 50 por 100. Con el perfil del eje Y procederemos igual pero con cierta diferencia notoria en la curva del perfil X.

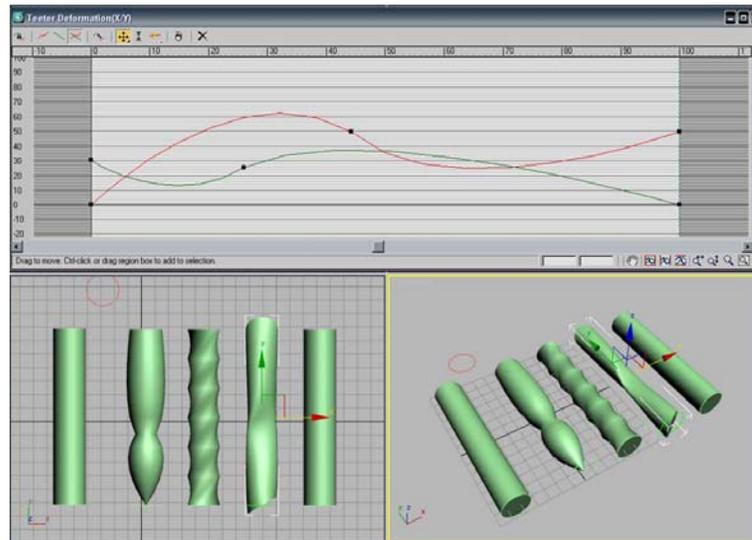


Figura P03-D: Ventana de Deformación de Oscilación con curvas del eje X e Y para BloquePrueba04

9. Por último, y antes de la práctica en sí, vamos a trabajar con la herramienta de Biselado (Bevel). El biselado consiste en un pulido de las esquinas finales de un objeto. También se puede aplicar en cualquier parte de la superficie de un objeto. En la práctica, podemos insertar puntos de esquina y Bézier  y realizar operaciones similares a la Deformación por Escala. Pero trabajando con un único eje central. Cerramos la ventana Deformación por Oscilación y seleccionamos el objeto BloquePrueba05. Pulsamos el botón Bevel. Los valores recomendables para un limado en los extremos del objeto solevado, por ejemplo, no deberían pasar de 15 por 100, ya que si se excede en ese porcentaje se puede producir una deformación no deseada en el objeto final, con relación al grosor del mismo.
10. Si nos equivocamos a la hora de insertar un punto de esquina o Bézier siempre podemos editarlo o suprimirlo con el botón Eliminar Punto de Control  (Delete Control Point).

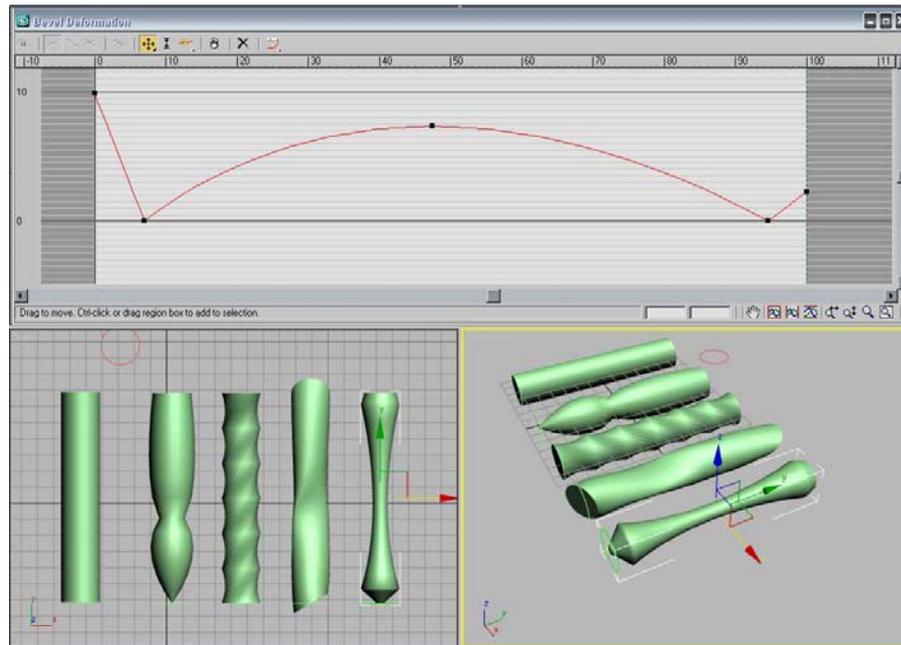


Figura P03-E: Ventana de Deformación de Bisel para BloquePrueba05

Seguidamente vamos a materializar lo visto hasta ahora en una práctica un poco más concreta. Vamos a hacer una Mecha de Taladro personalizada. Utilizaremos las herramientas de deformación Escalar, Torcer y Biselar. Como sabemos, podemos definir todas las deformaciones y hacer pruebas activándolas y desactivándolas, de tal manera que sólo incorporaremos las que nos convengan, aunque haya más definidas por si la queremos utilizar en algún otro momento, o queremos hacer variaciones sobre el mismo objeto.

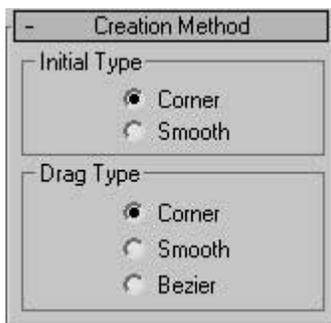


## Práctica # 4. Solevado III-B: Deformación de objetos mediante Splines. Construcción de una Mecha de taladro.

Tal como se dijo en las prácticas anteriores, antes de empezar con la lectura de la práctica se recomienda ver en primer lugar el video tutorial correspondiente. De esta manera si no comprende algunos de los procedimientos dichos en la lectura, podrá despejar dudas con el video tutorial.

Empecemos con los procedimientos para la construcción de la mecha de taladro.

1. Partiremos de un cilindro para trabajar nuestra Mecha. Como ya sabemos, debe ser un objeto solevado, en la vista superior (top) creamos una línea RecorridoMecha de unas 20 cuadrículas con Corner activado en la persiana Métodos de Creación (Creation Method) para tener vértices de esquina.



También un círculo de unas 10 unidades SeccionCircular y un hexágono SeccionRosca de unas 10 unidades. El hexágono se obtiene del botón NGon de la persiana Tipo de Objetos. Ya deberíamos saber crear estas dos formas en dos dimensiones con cierta soltura.

2. Creamos el objeto solevado. Seleccionamos RecorridoMecha, accedemos al panel Crear , al botón geometría  y seleccionamos Objetos de Composición (Compound Objects) de la lista desplegable de tipos de objetos. Pulsamos el botón Solevado (Loft) de la persiana Tipo de Objeto y el botón Asignar Forma (Get Shape). Con esto hecho, seleccionamos



SeccionCircular y vemos como aparece un cilindro ante nuestros ojos. Lo llamaremos Mecha.

3. Nos dirigimos al valor Path de la persiana parámetros de recorrido (Path Parameters) y escribimos un valor de 40 para marcar el fin de la sección circular, activamos el botón Get Shape y pinchamos SeccionCircular.
4. Nuestro paso siguiente será dotarle al objeto solevado una segunda sección para darle forma a la parte roscada de la Mecha. Esto lo logramos insertando el hexágono como otra sección del objeto sobre un punto del recorrido. Escribimos 45 en Path, Activamos el botón Get Shape y pinchamos el Hexágono. En este momento ya tenemos el objeto solevado con las dos secciones necesarias para crear la figura deseada, tal como se observa en el Figura P04-A.

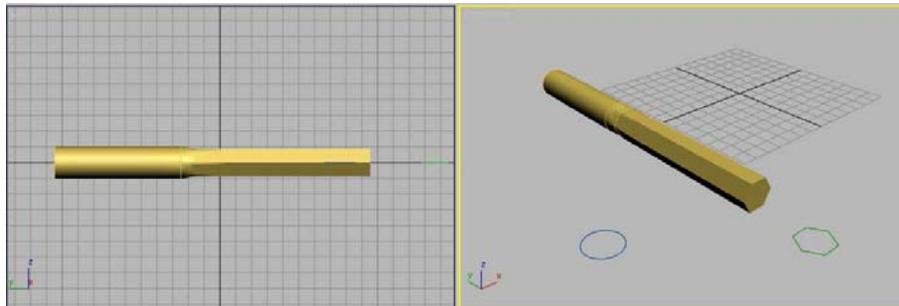


Figura P04-A: Objeto solevado con las dos secciones, circular y hexagonal.

5. Ahora le aplicaremos modificación a la sección Hexagonal para dotarla de una forma de rosca. Para ello vamos a utilizar la Torsión de las posibles modificaciones del solevado. Abrimos el panel Modificar . Teniendo el objeto solevado seleccionado activamos el botón Twist de la persiana Deformation e introducimos un punto de esquina en la línea roja de la ventana de deformación por torsión. Esto lo logramos con el botón Insert Corner Point  en la barra principal de la ventana, llevemos este punto a



45 para la coordenada X de la ventana de deformación, ya que ésta es donde empieza la sección Hexagonal del objeto sollevado. Seleccionamos el punto del extremo derecho y lo llevamos a 250 para la coordenada Y, con esto logramos hacer la Torsión en la sección. El objeto sollevado ya está casi listo, solo le hace falta que la punta de la mecha sea puntiaguda. Para lo que utilizaremos un segundo modificador, Biselado.

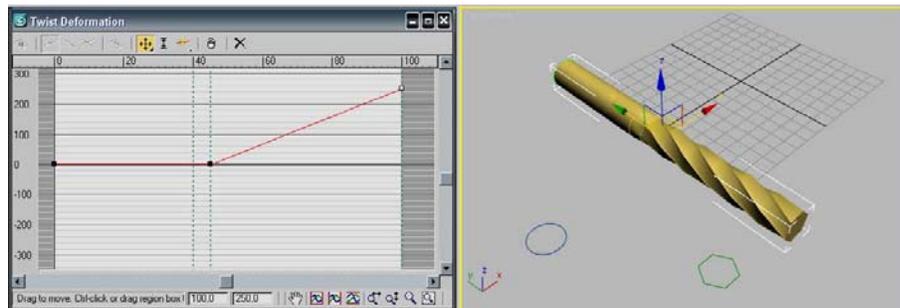


Figura P04-B: Curva de Torsión para el objeto sollevado.

6. Cerramos la ventana de deformación por Torsión y activamos el botón Bevel. Introducimos un nuevo punto de esquina  en la línea roja de la ventana de Deformación de Bisel y lo llevaremos a 95 para la coordenada X y así hacer al afilado en la parte final de la sección de la rosca de la mecha. Seleccionamos el punto del extremo derecho y lo llevamos a un valor de 6 en Y. Listo tenemos nuestra Mecha en su forma terminada.

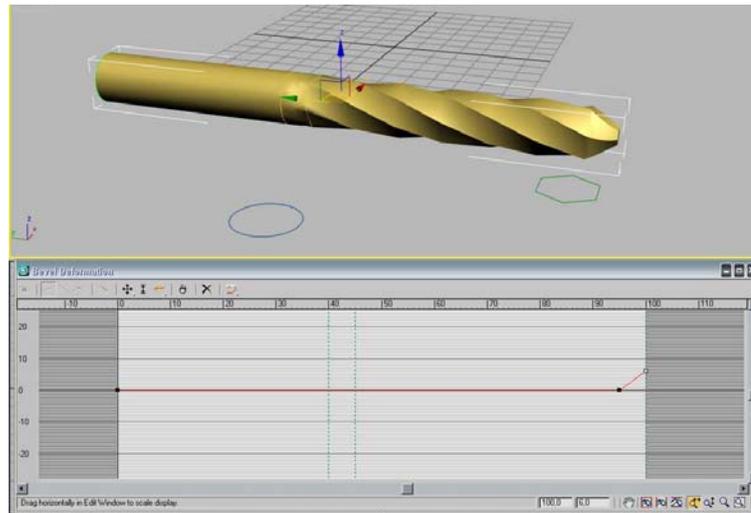


Figura P04-C: Curva de Bisel y el objeto solevado en su forma final.

En la siguiente práctica abordaremos el último tipo de deformación posible para los objetos construidos por solevado, la deformación por ajuste, la cual es la más compleja y completa de las deformaciones por las posibilidades que puede otorgar a la hora de construir un objeto 3D mediante sus perfiles.

### **Práctica # 5. Solevado IV: Construcción de objetos mediante deformación por ajuste.**

Tal como se dijo en las prácticas anteriores, antes de empezar con la lectura de la práctica se recomienda ver en primer lugar el video tutorial correspondiente. De esta manera si no comprende algunos de los procedimientos dichos en la lectura, podrá despejar dudas con el video tutorial.

Con la herramienta de deformación por ajuste podemos abordar proyectos más complejos. Básicamente consiste en una malla en donde los diseños de los perfiles de los ejes se realizan primero como formas de dos dimensiones. Ya no hay que crearlos a partir de una línea recta mediante la inserción y edición de puntos de esquina y Bézier. Podremos, entonces, dedicarnos a crear nuestros



perfiles en el editor de formas, más completo en cuanto a polígonos, vértices y segmentos, e importar todo el trabajo desde la herramienta de deformación por ajuste.

La deformación por ajuste es la más completa de todas las deformaciones y, por eso, tiene un mayor número de reglas a seguir.

- Primero, Los perfiles que se utilicen, tanto para el eje X como para el eje Y, deben ser splines cerradas.
- Segundo, las partes superior e inferior de las splines deben constituir uno o dos puntos de contacto, pero nunca más.
- Tercero, todos los puntos de las splines deben presentar una posición progresiva en el recorrido y nunca deben encontrarse más de dos puntos en paralelo.
- Cuarto, las dos formas X e Y deben tener la misma proporción de vértices situados a la misma altura. No olvidemos que representan dos perfiles del mismo objeto, por tanto, deberán tener puntos de inflexión en las mismas zonas.

Una vez que tenemos las formas adecuadas debemos realizar dos pasos fundamentales: orientar las formas de manera correcta en el espacio y adecuar el tamaño de las splines, para que se obtenga la proporción deseada entre formas y entre coordenadas. El objeto solevado una vez creado es bastante fácil de modificar sobre la marcha y de observar en tiempo real cómo va quedando. Se puede, por ejemplo, cambiar el tipo de sección o el número de secciones a lo largo del recorrido, o transformar los puntos de esquina de las formas por puntos Bézier.

Para la realización de esta práctica vamos a construir una especie de mango de un destornillador en forma de T redondeada, para el cual vamos a crear los dos perfiles con formas en dos dimensiones a partir de figuras básicas y que



posteriormente le aplicaremos operaciones booleanas para establecer las formas finales de los perfiles X e Y. Las llamadas operaciones Booleanas nos permiten unir, sustraer e interceptar splines para hacer más compleja una figura tanto en 2D como en 3D.

Para la construcción de este tipo de mango de destornillador por medio de la deformación por ajuste necesitamos construir un objeto solevado que tenga una sección y uno o dos perfiles; para este caso se necesitan dos, uno para el perfil X y el otro para el perfil Y.

1. Para conseguir estos perfiles se debe trazar formas primitivas en dos dimensiones y, posteriormente, aplicar las operaciones booleanas entre ellas para lograr una única línea de perfil. Empezaremos construyendo la forma más ancha, la que pertenecerá al perfil X. Accedemos al panel Crear , al botón Shapes  y al botón Elipse. Desplegamos la ventana Keyboard Entry e introducimos un valor de 150 en Length y 400 en Width, pulsamos el botón Create que está justo debajo de estos valores. Una vez creada la forma desactivamos la casilla Start New Shape al principio de la persiana Tipo de Objeto para crear una nueva spline perteneciente de la primera, es decir, con esto logramos que todas las splines que tracemos a continuación pertenezcan a una sola forma. Este paso es fundamental para realizar posteriores operaciones booleanas ya que solamente se ejecutan entre splines pertenecientes a la misma forma.

Crearemos una segunda elipse con los valores siguientes en la persiana Keyboard Entry: para la posición en el espacio 0 en X, -70 en Y y 0 en Z, e introducimos un valor de 260 en Length y 140 en Width.

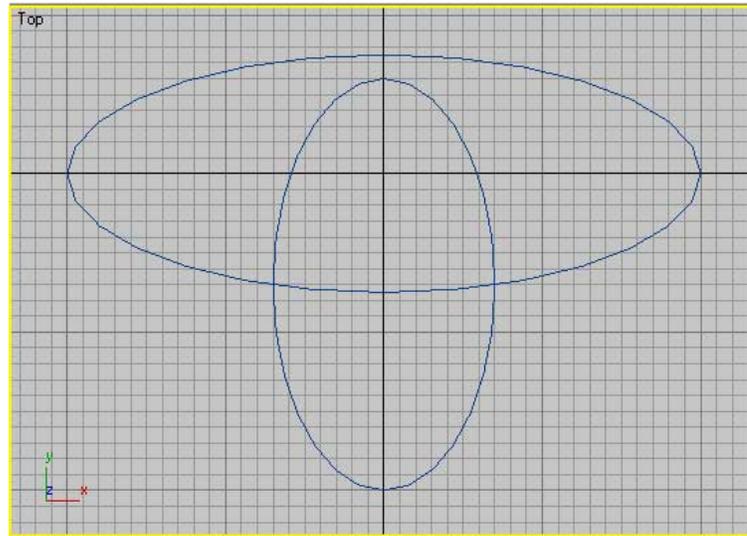


Figura P05-A: Elipses bases para primer perfil.

2. Debemos ahora hacer de estas dos elipses un único perfil y que podamos utilizar en las mallas de deformación por ajuste, esto es, una única spline cerrada. Debemos, por tanto, realizar operaciones booleanas entre las dos elipses existentes para unir las en un único trazo. Con la forma seleccionada, pulsamos el panel modificar  y dentro de la persiana de selección activamos el subobjeto spline . Nos desplazamos a la persiana Geometry hasta observar el botón Boolean. Seleccionamos la primera elipse que creamos. Se pondrá en rojo. Pulsamos el botón Boolean. Por defecto, estará activo el tipo de booleano Unión . Si no es así, lo activamos.

Ahora deberemos seleccionar la segunda elipse, aquella con la que vamos a realizar la operación de Unión. Vemos como se juntan las dos en una sola spline cerrada. Si la operación no se realiza correctamente debemos comprobar que, en su momento, cuando diseñamos las elipses, tuvimos inactivo el botón Iniciar forma nueva (Start new Shape). Las operaciones booleanas siempre funcionan igual: necesitamos dos operandos y un



operador. El resultado tiene el mismo nombre que el primer operando y el segundo operador ha desaparecido a favor de una spline única.

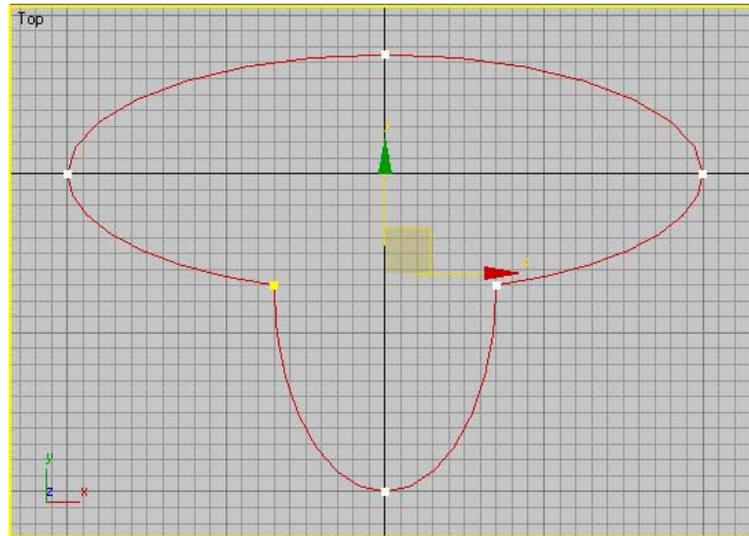


Figura P05-B: Elipses unidas en un silo perfil. Operación Booleana Unión.

- Ya tenemos un perfil creado, el perfil X, sigamos con el faltante, el perfil Y. Éste perfil se parecerá al inicial pero tomaremos como primera forma un círculo. Accedemos al panel Crear , al botón Shapes  y al botón Circle e introducimos en la persiana Keyboard Entry: 400 en X, -15 en Y, 0 en Z y 90 en Radius. Para completar el perfil crearemos una elipse. Verificamos que tenemos la casilla Start New Shape desactivada y pulsamos el botón Ellipse introduciendo en la persiana Keyboard Entry: 400 en X, -70 en Y, 0 en Z, 260 en Length y 140 en Width.
- Realizamos la operación Booleana Unión de la misma manera como hicimos con el primer perfil. Accedemos al panel Modificar , dentro de la persiana de selección activamos el subobjeto spline . Nos desplazamos a la persiana Geometry hasta observar el botón Boolean y seleccionamos el círculo, se pondrá en rojo. Pulsamos el botón Boolean, y con el tipo de booleano Unión  activo seleccionamos la última elipse creada. Ahora ya



tenemos listo nuestro segundo y último perfil, el cual corresponde al eje Y del objeto solevado que crearemos a continuación.

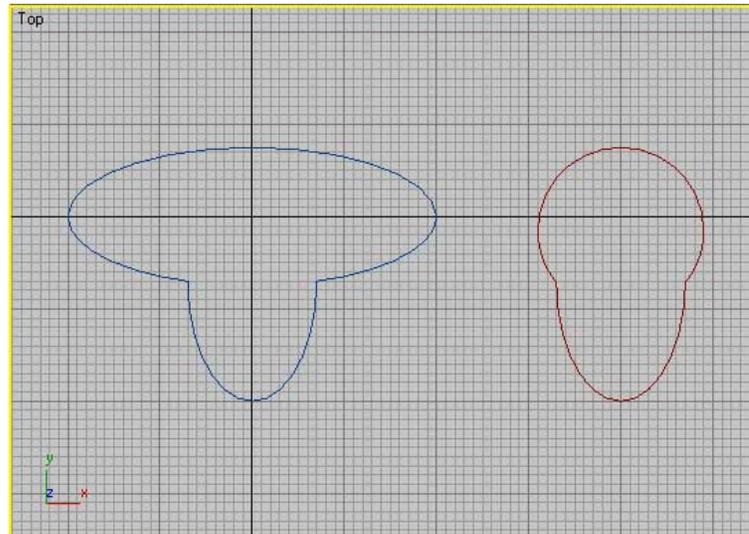


Figura P05-C: Izquierda: perfil X. Derecha: perfil Y.

5. Si no hemos tenido ningún problema, dibujamos la sección circular y el recorrido que formaran el objeto solevado que nos servirá de base. Accedemos al panel Crear , al botón Shapes  y al botón Line. Activamos Corner en la sección Drag Type en la persiana Método de Creación (Creation Method); en la vista Superior (top) y teniendo la tecla Mayúsculas presionada dibujamos una línea recta de la misma longitud de los perfiles aproximadamente. Una vez creada la línea hacemos clic derecho con el ratón para desactivar el botón Line. Ahora procedemos con crear un círculo, pulsamos el botón Circle y hacemos clic y arrastre para crear un círculo de unas 200 unidades de radio aproximadamente.
6. Con la línea recta seleccionada procedemos al panel Crear , botón Geometry , seleccionamos Compound Objects de la lista desplegable pulsamos el botón Loft (Solevado). Activamos el botón Get Shape en la persiana Métodos de Creación y hacemos clic encima del círculo en



cualquiera de los visores. Vemos como aparece un cilindro ante nuestros ojos. Ya tenemos nuestra materia prima.

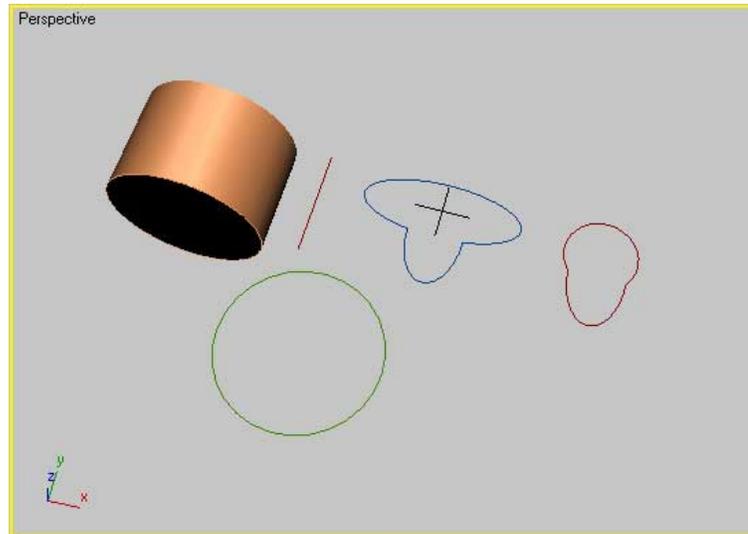


Figura P05-D: Objeto solevado base. Línea recta como recorrido y círculo como sección, Junto a los perfiles X e Y.

7. Es tiempo de cargar nuestros dos perfiles al objeto solevado mediante la Deformación por Ajuste (Fit). Teniendo seleccionado el objeto solevado creado en el paso anterior accedemos al panel Modificar  y desplegamos la persiana Deformation. Activamos el botón Fit el cual está ubicado al final de la persiana y aparecerá la ventana Fit Deformation (X/Y), es aquí donde llevaremos cada uno de los perfiles. Como tenemos un perfil distinto para cada eje debemos desactivar el botón Hacer Simétricos  (Make Symmetrical). Ahora, con el botón Display X Axis  activado pulsamos el botón Get Shape  y hacemos clic encima del primer perfil, el creado en el paso 2, y observamos como aparece el perfil en la ventana. En el caso de que no podamos observarlo en su totalidad podemos hacer un encuadre con el botón Zoom Extents  localizado en la parte inferior de la ventana. Ahora llevemos de la misma manera el segundo perfil, pulsamos Display Y Axis , activamos Get Shape  y hacemos clic encima del otro perfil, el



creado en el paso 4; es posible que observemos un objeto algo extraño en los visores, si esto ocurre debemos rotar los perfiles en la ventana de deformación hasta que queden bien ajustados. Procedemos a activar Display XY Axes  para observar los dos perfiles y los rotamos con Rotate 90 CCW o CW,  , hasta que el objeto solevado se represente correctamente.

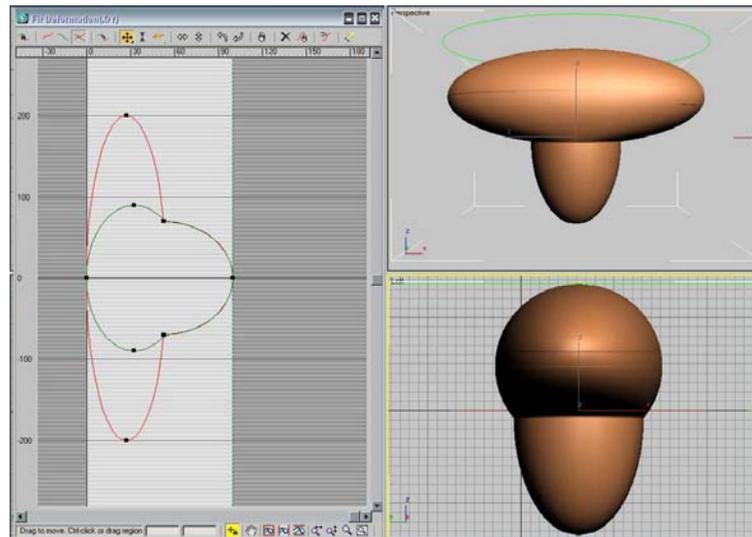


Figura P05-E: Ventana de Deformación por Ajuste con los perfiles X e Y del objeto solevado terminado.

Hemos culminado con la construcción de los objetos solevados. En la siguiente sección tocaremos puntos con respecto a la visualización de las creaciones tridimensionales.



## Técnicas de visualización virtual para modelos tridimensionales

Para mostrar de forma adecuada los modelos en tres dimensiones debemos hacer uso de algunas técnicas de visualización, que por lo general ya son usados en la industria cinematográfica, y pueden ser adaptadas en el software mediante animaciones específicas de cámaras en la escena virtual.

Cada pieza o estructura tiene un propósito funcional por el cual es construido y esto debe verse reflejado en la animación. Ahora bien, una animación se compone de una serie de fotogramas, esto es, instantáneas tomadas sucesivamente a lo largo del tiempo. Los fotogramas también son llamados Frames, Cuadros, Instantáneas. El número de fotogramas que abarca un segundo de animación marca la calidad de la salida de la misma así como el formato. Estos formatos son NTSC (30 cuadros por segundo), PAL (25 c/s), película (24 c/s), y existe una personalizada (CPS) en el que se puede ajustar la cantidad de cuadros por segundo en la renderización final. Una presentación por ordenador con buena calidad suele ser mínimo la NTSC, esto es debido a que mientras mayor sea la cantidad de cuadros por segundo, menor será la pérdida de visualización entre cada intervalo de tiempo entre un cuadro y el siguiente.

Por otro lado, la asignación de recorridos a las cámaras en la escena 3D ayudará a visualizar de manera correcta y atractiva los modelos virtuales. Estos recorridos suelen ser de formas diferentes dependiendo del tipo de estructura o dispositivo que se quiera estudiar y/o mostrar. Los movimientos de cámara pueden ser físicos u ópticos.

Movimientos físicos:

1. **Panorámica:** Consiste en un movimiento de cámara sobre el eje vertical u horizontal. En el mundo real, la cámara se sitúa sobre un trípode y gira



alrededor de su eje. Se puede emplear para descubrir una acción o un escenario que no puede abarcarse de una sola vez. Su efecto práctico es similar al que se produce cuando se gira la cabeza hacia un lado u otro para visionar un gran espacio. Podemos distinguir:

**Panorámica horizontal:** Movimiento de derecha a izquierda o viceversa.

**Panorámica horizontal de seguimiento:** es el movimiento de cámara más común. Se hace un seguimiento del objeto que se mueve.

**Panorámica horizontal de reconocimiento:** se hace un recorrido lento por la escena para permitir al espectador que se fije en todos los detalles del escenario.

**Panorámica horizontal interrumpida:** consiste en un movimiento largo y suave que se detiene de repente para crear un contraste visual.

**Panorámica horizontal en barrido:** el barrido es una panorámica rápida que produce una serie de imágenes transitorias generalmente borrosas. El espectador no tiene tiempo de verlas nítidas. Trata de atraer la atención hacia la siguiente imagen.

**Panorámica vertical:** Movimiento de arriba abajo o viceversa.

**Panorámica de balanceo:** Movimiento de balanceo.

2. **Trávelin:** Consiste en un desplazamiento de la cámara variando la posición de su eje. En el mundo real, estos movimientos suelen ser por desplazamiento de la cámara por una persona, trávelin, grúa, etc. Existen diversos tipos:



**Avante o avance:** la cámara se acerca. Refuerza la atención.

**Retro o retroceso:** la cámara se aleja. Relaja la tensión, a no ser que aparezcan otros objetos que antes no se veían, despertando nuevos focos de atención.

**Ascendente/descendente:** La cámara acompaña al objeto, o muestra alguna cosa en movimiento, hacia arriba o hacia abajo.

**Lateral:** La cámara acompaña en paralelo a un objeto que se desplaza horizontalmente o muestra alguna cosa con un movimiento lateral. Permite mantener cerca la expresión del objeto que se mueve.

**Circular o en arco:** La cámara se desplaza en círculo alrededor del personaje u objeto. Este movimiento suele ser de exploración, permite ver la escena desde distintos puntos.

Movimientos ópticos:

**Zoom:** El movimiento del zoom se realiza con las cámaras que tienen objetivos de focal variable, es decir, objetivos zoom. Permite hacer que los objetos se acerquen o se alejen sin desplazar la cámara. También se llama trávelin óptico, aunque, a diferencia del trávelin, con el zoom los objetos que se acercan se comprimen, no descubrimos las áreas escondidas detrás de los objetos como lo podemos hacer con el trávelin.



## Práctica # 6-A. Desplazamiento de cámaras

Tal como se dijo en las prácticas anteriores, antes de empezar con la lectura de la práctica se recomienda ver en primer lugar el video tutorial correspondiente. De esta manera si no comprende algunos de los procedimientos dichos en la lectura, podrá despejar dudas con el video tutorial.

Aunque en esta práctica solo aplicaremos desplazamiento de cámaras, debemos tener presente que este tipo de animación puede ser aplicado a cualquier objeto en la escena 3D. El objetivo de utilizar cámaras en la escena 3D es tener una visualización controlada de los objetos en 3D, tal como en la vida real, las cámaras se utilizan para enfocar y observar algo en específico.

Existen dos maneras de hacer las animaciones para los movimientos de cámara, por animación Libre y por Restricción de Recorrido:

- Por animación libre: Son aquellas en las que se les asigna posiciones distintas en el espacio mediante Frames Claves (Keys) a través del tiempo.
- Por Restricción de recorrido: en este tipo de animación se tiene una Línea o Forma como recorrido, al cual se le asigna el objeto ó cámara que se desea mover.

Para esta práctica realizaremos el movimiento de cámara por animación libre para la observación de un cubo. En la práctica 6-B haremos la de restricción por recorrido.

1. Primero construiremos el cubo. Accedemos al panel Create , a Geometry  y pulsamos el botón Box. En la persiana Keyboard Entry colocamos: 0



para las posiciones X, Y, Z, y 30 en los parámetros de longitud. Pulsamos Create.

2. Ahora creamos la primera cámara. Accedemos al panel Create , luego a Cameras  y escogeremos la cámara con Objetivo (Target). Con el botón Target activado, en la vista superior pinchamos y arrastramos para crear la cámara.

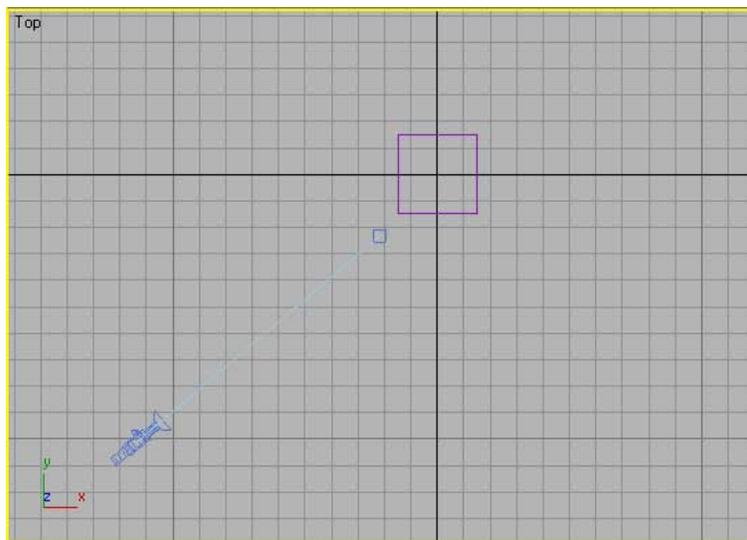


Figura P06-A: Cámara con objetivo y el Cubo.

Como se observa en la figura P06-A la cámara está representada en azul oscuro y tiene un cuadrado pequeño del mismo color a través de una línea recta de color azul claro. Éste cuadrado pequeño representa el objetivo, que es hacia donde observa la cámara. Ahora bien, queremos que uno de los visores represente lo que está observando la cámara, generalmente se utiliza la vista perspectiva para estos casos.

3. Hacemos clic derecho en la vista Perspectiva para activarla y pulsamos la tecla "C". Automáticamente la vista se actualiza y el nombre del visor pasa a ser el nombre de la cámara (Camera01 en este caso). Seleccionemos el



Objetivo de la cámara, Camera01.target, y movámoslo alrededor del cubo con Seleccionar y Mover activado , observamos como la vista se actualiza en tiempo real. Hagamos esto mismo con la cámara para ver cómo cambian los ángulos de visualización en el visor.

4. Establezcamos la cantidad de segundos a animar. Primero hagamos clic derecho en el botón Time Configuration  el cual se encuentra en la parte inferior derecha. Aparece la ventana de configuración tal como lo muestra la gráfica P06-VS-A.

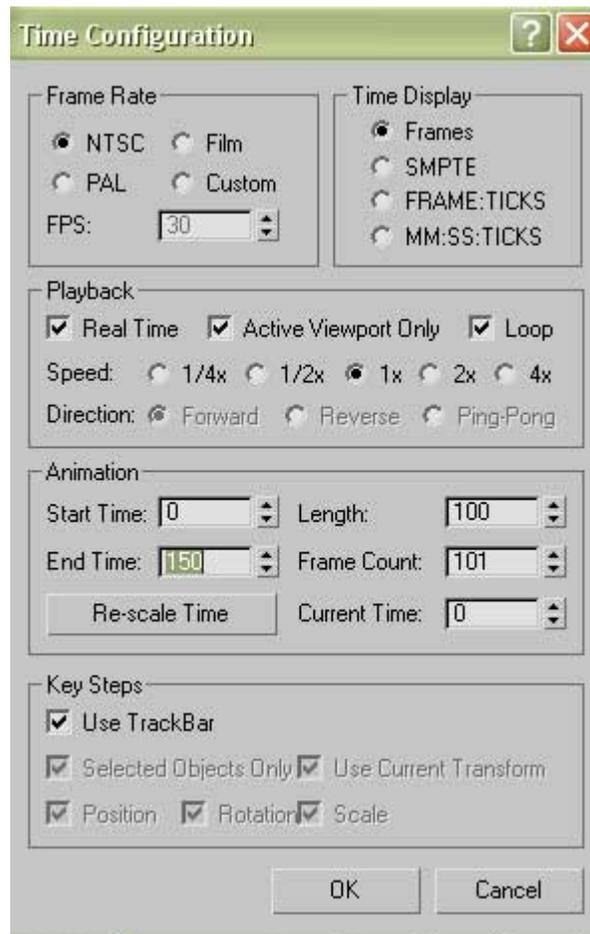
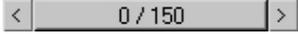


Figura P06-VS-A.



En el apartado Animation introduciremos 150 en cómo tiempo final (End Time), recuerden que 30 cuadros hacen un segundo de animación. Pulsemos Ok para hacer efectiva la configuración realizada. Observamos que la barra de tiempo  se ha actualizado al nuevo rango. El valor de la izquierda en la barra de tiempo representa el Frame Actual que observamos en los visores, el valor de la derecha representa la cantidad total de Frames disponibles para la animación de la escena.

5. Animemos la Cámara en el segmento de tiempo de 5 segundos. La información de las animaciones está almacenada en los llamados KeyFrames, y todo movimiento tiene un KeyFrame Inicial y uno final, la información intermedia (la interpolación) es creada por el software. Posicionemos el objetivo (target) de la cámara en el centro del objeto, el cubo, que queremos observar, y la cámara en una posición un poco elevada con respecto al cubo para una mejor visualización. Con la barra de tiempo en el Frame "0" y la cámara seleccionada pulsemos el botón Set Key , con esto establecemos la posición inicial de la cámara. Ahora desplazemos la barra de tiempo hasta el final, el Frame 150, y activemos el botón Auto Key , posteriormente cambiemos la cámara a una posición distinta no muy lejos del cubo, con esto logramos que el software guarde en un nuevo KeyFrame la nueva posición de la cámara. Desactivamos el botón Auto Key. Teniendo la vista de la cámara activa, pulsamos el botón Play Animation y observamos la animación que acabamos de realizar.

En las siguientes figuras, P06-A-01 y P06-A-02, se muestran dos posiciones de la cámara con respecto al objeto al cual se está observando, en este caso un cubo morado.

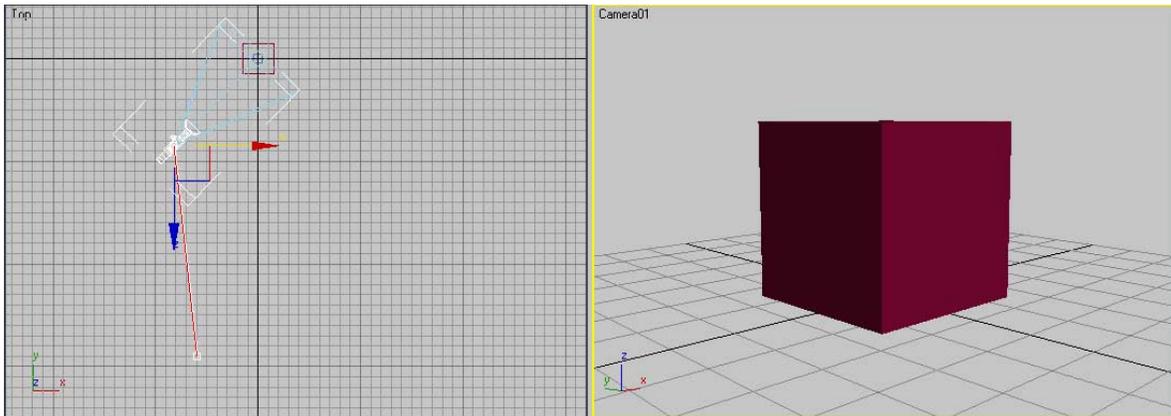


Figura P06-A-01. Cámara al principio del recorrido.

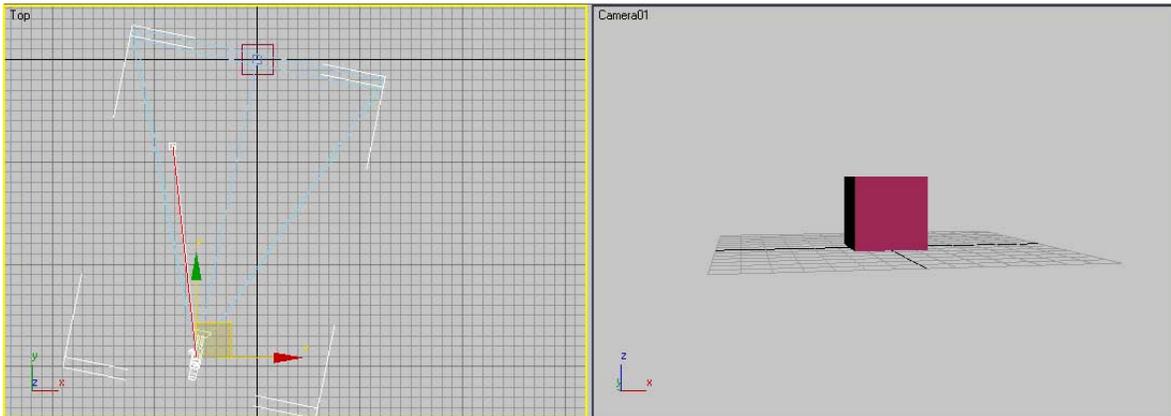


Figura P06-A-02. Cámara al final del recorrido.

### Práctica # 6-B. Desplazamiento de cámaras. Asignación de recorrido.

Tal como se dijo en las prácticas anteriores, antes de empezar con la lectura de la práctica se recomienda ver en primer lugar el video tutorial correspondiente. De esta manera si no comprende algunos de los procedimientos dichos en la lectura, podrá despejar dudas con el video tutorial.

En esta práctica tendremos un recorrido circular para el movimiento de la cámara. Podemos utilizar la misma escena de la práctica anterior para visualizar el cubo.



1. Hagamos el recorrido. Accedemos al panel Create , Shape  y al botón Circle. Introducimos: para la posición en el espacio 0 X, 0 en Y, 80 en Z, con un radio de 150 unidades genéricas.
2. Crearemos una cámara nueva, como se hizo en la práctica anterior, con el objetivo en el centro del objeto a observar. Panel Crear , Cameras  y el botón Target.
3. Para asignar la cámara al recorrido accedemos al panel Movimiento  y desplegamos la persiana Assign Controller. Activamos Position en la ventana de Assign Controller, tal como se muestra en la Figura P06-VS-B.

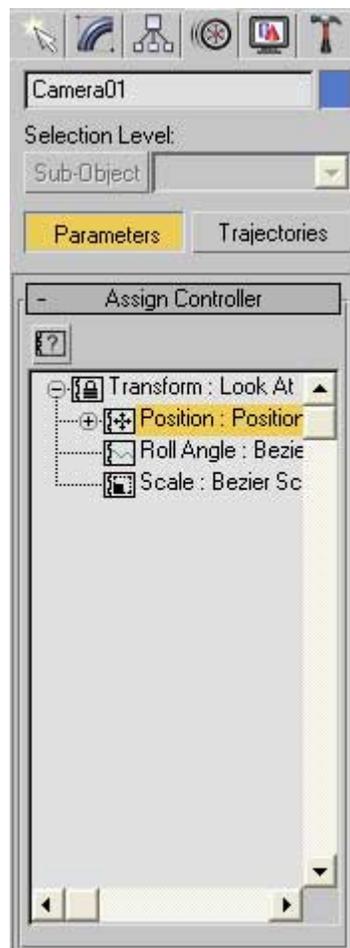


Figura P06-VS-B.



Pulsamos el botón Assign Controller . Escogemos Path Constraint (restricción de recorrido) en la ventana Assign Position Controller y pulsamos Ok. Dentro del panel Movimiento  desplegamos la persiana Path Parameters.

4. Asignemos el recorrido a la cámara. Teniendo la Cámara seleccionada pulsamos el botón Add Path en la persiana Path Parameters y pinchamos en cualquiera de los visores el círculo. Ver Figura P06-VS-C.



Figura P06-VS-C

Listo, ahora con el visor de la cámara activo pulsemos el botón Play Animación para observar el movimiento de la cámara.

Hecho estas dos prácticas de movimientos de cámaras podemos hacer uso de las técnicas cinematográficas descritas anteriormente, para tener una buena visualización de los diseños virtuales.



## Práctica # 7. Creando un prototipo.

Tal como se dijo en las prácticas anteriores, antes de empezar con la lectura de la práctica se recomienda ver en primer lugar el video tutorial correspondiente. De esta manera si no comprende algunos de los procedimientos dichos en la lectura, podrá despejar dudas con el video tutorial.

Hasta ahora hemos visto en cada unas de las prácticas la construcción de piezas individuales, característica que nos ayuda a realizar la presente práctica. En esta ocasión vamos a crear un conjunto de piezas y la vamos a relacionar entre sí para crear un dispositivo completo. Supongamos que queremos hacer el diseño de un brazo mecánico que puede ser utilizado para taladrar o soldar láminas de metal, como los robots que se utilizan en la industria automotriz. El prototipo que realizaremos en esta práctica será el que se muestra en la Figura P07-A. Este modelo 3D puede ser utilizado para mostrar la forma en que se moverá dicho brazo mecánico, el cual llamaremos Brazo Industrial de 4 ejes (BI4e).



Figura P07-A: Prototipo de brazo mecánico: Brazo industrial de 4 ejes (RI4e).



Antes de realizar la práctica debemos tener en cuenta que, a la hora de hacer un diseño de varias piezas no tenemos porque crear todos los elementos que lo conforman en un solo archivo, es decir, podemos modelar las piezas cada una por separado y después fusionar o importar cada una de ellas para ensamblarlas en un único documento 3D. Por cuestiones de simplificación en esta práctica crearemos todas estas piezas en un único archivo.

1. Configuremos en que unidades de medidas vamos a trabajar en 3D Studio Max. Vamos a trabajar en unidades métricas. En el menú principal del borde superior de la pantalla pulsamos botón izquierdo del ratón en Customize y en la ventana desplegable seleccionamos Units Setup; aparece la ventana de Units Setup. En el apartado Display Unit Scale seleccionamos Metrics y luego Centimeters de la ventana desplegable, tal como se muestra en la Figura P07-B.

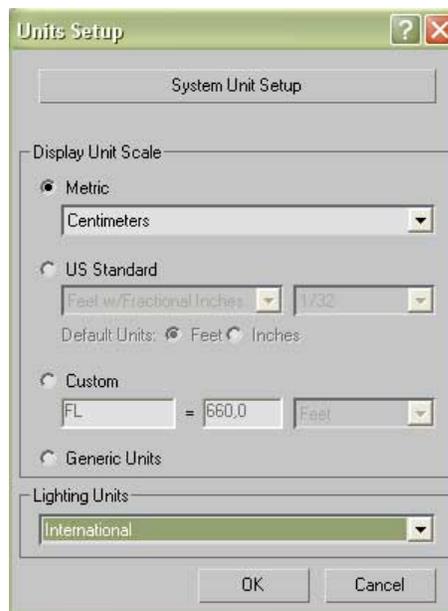


Figura P07-B: Ventana de configuración de unidades.

2. Empecemos con la creación de la base del dispositivo. Para ello vamos a superponer varias geometrías básicas para que al final quede una geometría compuesta un poco más completa. Pulsamos el botón derecho



del ratón sobre la Visor Perspectiva, en el caso de que este visor no esté activado, para activarlo. Empecemos construyendo un cilindro delgado que servirá de apoyo del dispositivo sobre el suelo. Accedemos al panel Crear , geometrías  y seleccionamos Cylinder. En la persiana Keyboard Entry introducimos los siguientes valores: X=0 ; Y=0 ; Z=0 ; Radius=35 ; Heigth=3. Recordemos que todas estas medidas están en centímetros. Pulsamos el botón Create. Observamos el cilindro base en el visor tal como se muestra en el Figura P07-C.

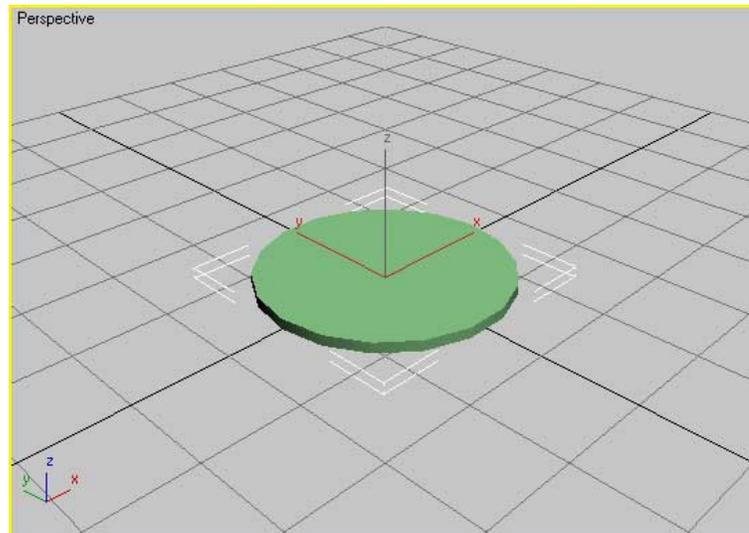


Figura P07-C: Cilindro01.

Podemos ver que el cilindro está poco segmentado en sus bordes. Por defecto la cantidad de segmentos de un cilindro en MAX es de 18, por lo que si queremos que tenga una apariencia suavizada debemos aumentar este valor. Para eso, teniendo aún seleccionado el cilindro, accedemos al panel Modificar  y en la persiana Parameters aumentamos el Valor Sides a 32 o más. También para simplificar la cantidad de aristas del cilindro introducimos el valor 1 en Heigth Segments.



3. Sigamos con la estructura base del dispositivo. Accedemos al panel Crear , Geometrías  y al botón Cone. En la persiana Keyboard Entry introducimos los siguientes valores:  $X=0$  ;  $Y=0$  ;  $Z=0$  ;  $R1=33$  ;  $R2=27$  ;  $Height=30$ . Pulsamos el botón Create y aparece el cono como en la Figura P07-D.

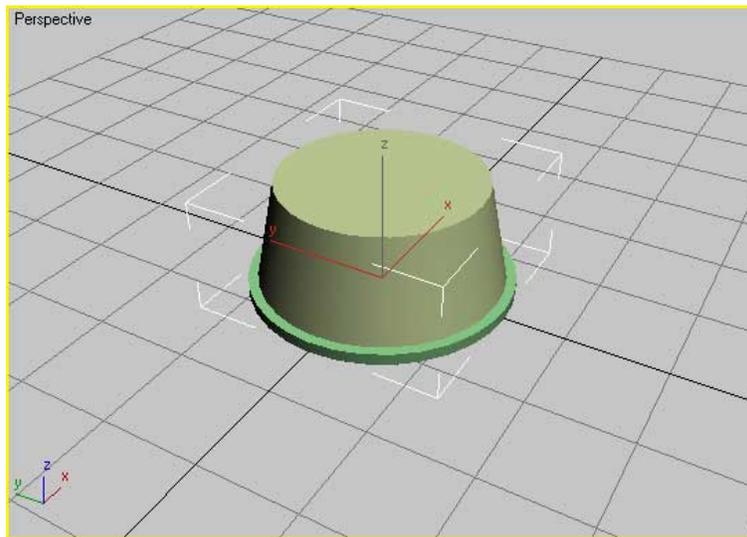


Figura P07-D. Cilindro01 con Cono01 superpuesto.

4. Sigamos con la estructura base del dispositivo. Accedemos al panel Crear , Geometrías  y al botón Cone. En la persiana Keyboard Entry introducimos los siguientes valores:  $X=0$  ;  $Y=0$  ;  $Z=0$  ;  $R1=30$  ;  $R2=15$  ;  $Height=80$ . Pulsamos el botón Create y aparece el cono como en la Figura P07-E.

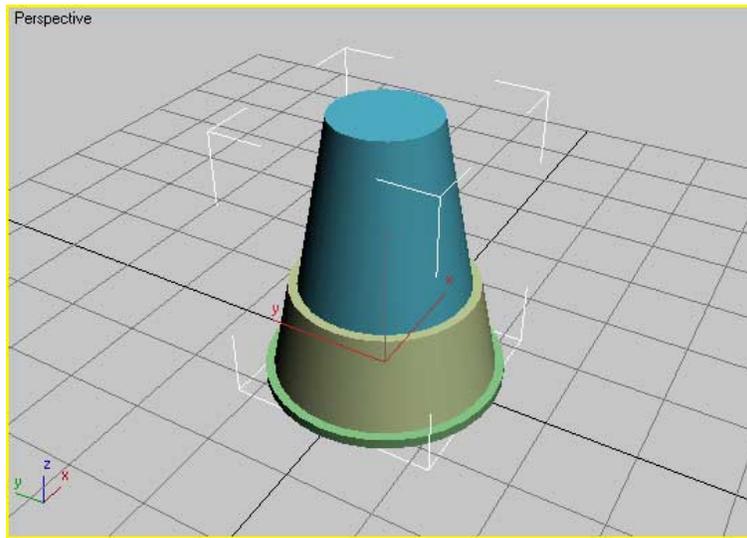


Figura P07-E. Cilindro01 con Cono01 y Cono02 superpuesto.

5. Vamos a crear ahora lo que sería la base del primer eje. Accedemos al panel Crear , geometrías  y seleccionamos Cylinder. En la persiana Keyboard Entry introducimos los siguientes valores: X=0 ; Y=0 ; Z=75 ; Radius=20 ; Heigth=3. Este cilindro debe estar posicionado tal como se muestra en el Figura P07-F

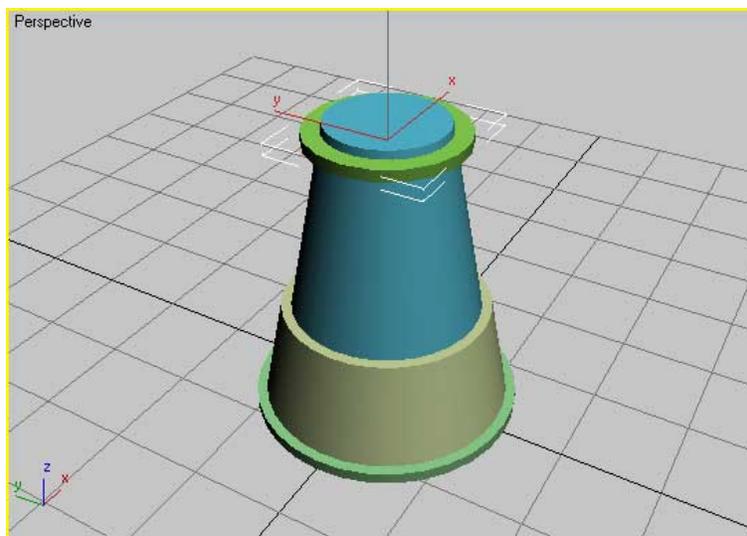


Figura P07-F. Posición del la base del primer eje.



6. La siguiente pieza es la que va a permitir que el dispositivo gire en el eje Z (el primer eje del dispositivo). Acá no vamos a realizar un motor virtual que realice este movimiento. En simulaciones dinámicas y en la vida real este movimiento se puede dar con un motor colocado en el interior de la base del dispositivo. Accedemos al panel Crear , geometrías  y seleccionamos Cylinder. En la persiana Keyboard Entry introducimos los siguientes valores: X=0 ; Y=0 ; Z=78 ; Radius=16 ; Height=4. Podemos observar el nuevo cilindro en la parte superior de la base del dispositivo como se muestra en la Figura P07-G. Ya tenemos listo lo que sería el primer componente del prototipo, la base.

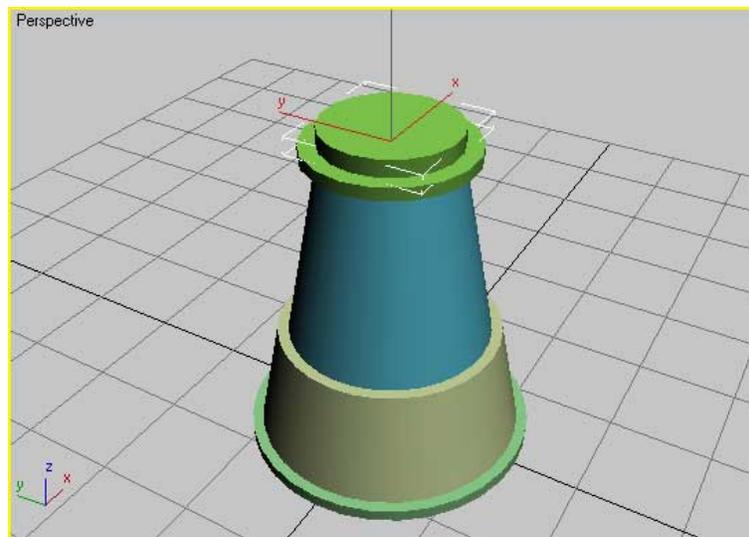


Figura P07-G. Base completa.

7. Ahora vamos a colocar los soportes para lo que vendría ser el hombro de nuestro brazo mecánico. . Accedemos al panel Crear , Shapes  y seleccionamos Rectangle. En la persiana Keyboard Entry introducimos los siguientes valores: X= -8 ; Y=0 ; Z=87 ; Length=25 ; Width=20 ; Corner Radius=3 y pulsamos el botón crear. Ahora debemos reorientar el rectángulo que acabamos de crear ya que aparece de forma horizontal.



Pulsamos botón derecho del ratón sobre Seleccionar y Rotar  (Select and Rotate) de la barra principal, aparecerá una ventana con el título Rotate Transform Type-in, en la sección de Absolute World introducimos 90 para el eje X y -90 para el eje Z. Ahora vamos a darle extrusión a nuestra forma. Con el rectángulo aún seleccionado accedemos al panel Modificar , desplegamos la lista de modificadores (Modifier List) y seleccionamos Extrude. En la persiana Parameters introducimos un valor de 1,5 en Amount. Ahora bien, vamos a clonar el objeto creado para tener un segundo soporte pero colocado de forma simétrica en el lado opuesto. Pulsamos botón derecho sobre la vista Frontal para activarla y nos aseguramos de tener el rectángulo seleccionado, pulsamos el botón Simetría  (Mirror: espejo) de la barra de herramientas principal y nos aparece una ventana con título Mirror: Coordi. En la sección Mirror Axis activamos el eje X, en Offset (desfase) introducimos la cantidad de 16cm y en Clone Selección activamos Instance (calco), esto es para que cuando uno de los rectángulos sea modificado al otro le sucederá lo mismo, Pulsamos el Botón Ok para realizar la operación. Podemos observar la Ventana Mirror en el gráfico P07-H. Volvemos a activar el visor Perspectiva pulsando el botón derecho del ratón sobre él. Podemos observar el resultado en la Figura P07-I.

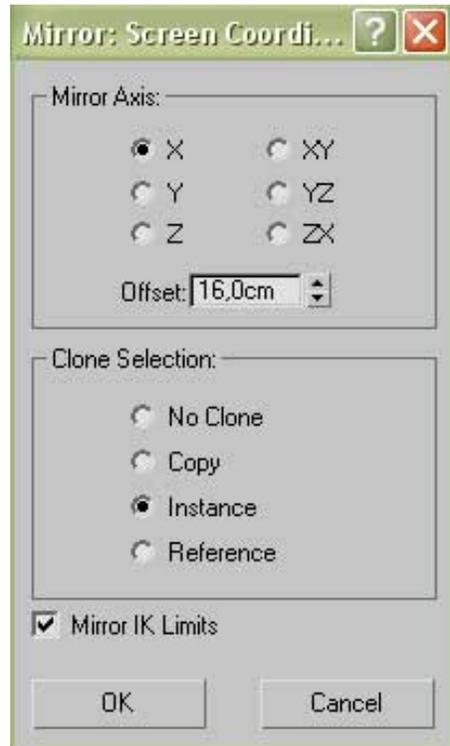


Figura P07-H: Ventana de simetría.

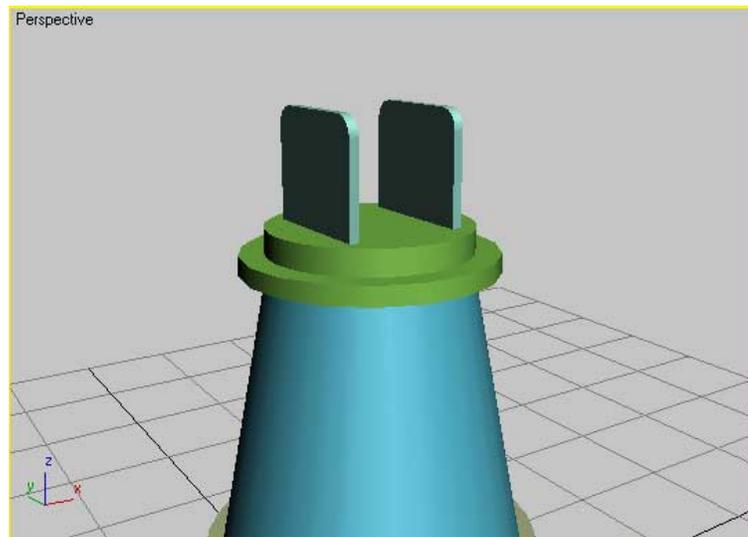


Figura P07-I: Soportes para el primer eje.

8. Vamos ahora a colocar lo que vendría siendo el segundo eje. Para ello vamos a crear un cilindro. Accedemos al panel Crear , geometrías  y



seleccionamos Cylinder. En la persiana Keyboard Entry introducimos los siguientes valores:  $X=-11$  ;  $Y=0$  ;  $Z=95$  ;  $Radius=1,5$  ;  $Height=22$  y pulsamos el botón crear. Oprimimos el botón derecho sobre Seleccionar y Rotar  e introducimos en la sección Absolute World un valor de 90 en el eje Y, con esto reorientamos el cilindro que acabamos de crear. El cilindro debe hacer intersección con los dos soportes creados en el paso 7, tal como se muestra en la Figura P07-J.

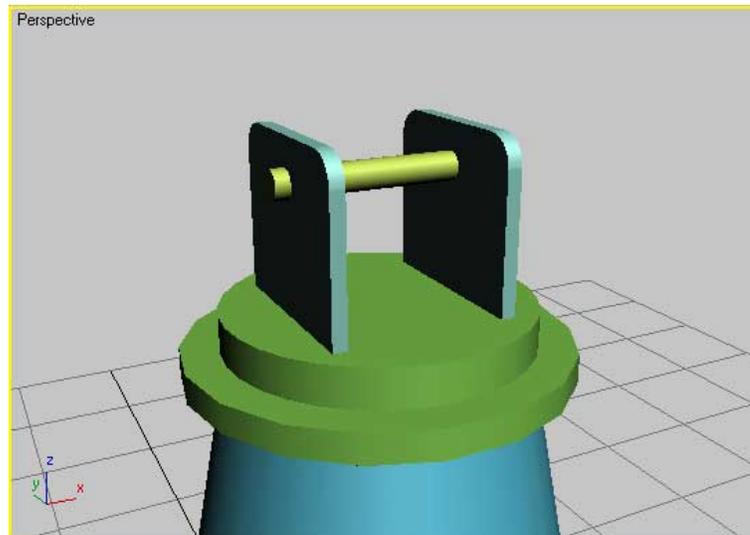


Figura P07-J: Primer eje. Cilindro en intersección con el soporte.

- Lo que vamos a crear ahora es lo que va a unir al primer eje con el segundo. Para ello vamos a crear un rectángulo con cierto grosor. Pulsamos botón derecho sobre la vista Izquierda (Left) para activarla, accedemos al panel Crear , Formas , y seleccionamos Rectangle. En la persiana Keyboard Entry introducimos los siguientes valores:  $X=0$  ;  $Y=125$  ;  $Z=6$  ;  $Length=70$  ;  $Width=17$  ;  $Corner Radius=8$  y pulsamos el botón crear. Ahora para darle grosor a la forma, accedemos al panel Modificar , desplegamos la lista de modificadores (Modifier List) y seleccionamos Extrude. En la persiana Parameters introducimos un valor de 1,5 en



Amount. Lo siguiente es duplicar el objeto que acabamos de crear. Pulsamos botón derecho sobre la vista Frontal para activarla y nos aseguramos de tener el rectángulo seleccionado, pulsamos el botón Simetría  de la barra de herramientas principal y nos aparece una ventana con título Mirror: Coordi. En la sección Mirror Axis activamos el eje X, en Offset (desfase) introducimos la cantidad de 12cm y en Clone Selección activamos Instance (calco) y pulsamos Ok para realizar la operación. Debe quedar como en la Figura P07-K.

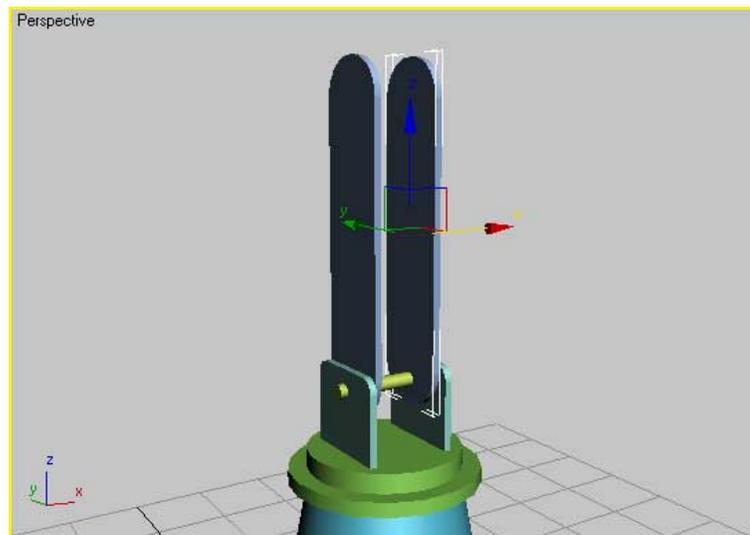


Figura P07-K.

10. Vamos ahora a colocar lo que vendría siendo el tercer eje. Para ello vamos a clonar el cilindro perteneciente al segundo eje (Cylinder04). Activamos la vista perspectiva pulsando botón derecho sobre dicho visor. Seleccionamos el Cylinder04, el creado en el paso 8, pulsamos botón derecho en Edit del menú principal y seleccionamos Clone, en la ventana Clone Option activamos Instance (calco) y pulsamos Ok. Pulsamos botón derecho sobre Seleccionar y Mover  de la barra de herramientas principal, aparece la ventana Move Transform, en la sección Offset World introducimos 57,5cm para el eje Z y pulsamos la tecla Enter. Cerramos la ventana Move



Transform. El nuevo cilindro debe estar posicionado tal como se muestra en la Figura P07-L.

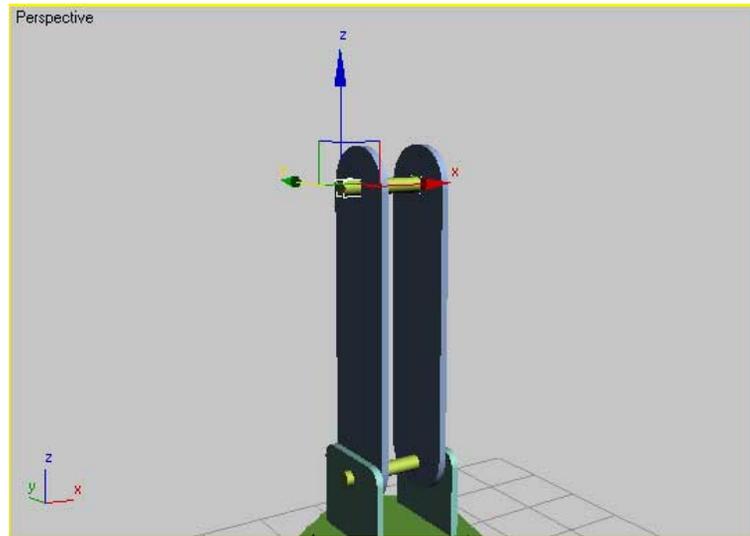


Figura P07-L: Tercer eje.

11. Vamos a crear ahora el cajón que conectará el tercer eje con el cuarto eje. Pulsamos botón derecho sobre la vista Frontal para activarla. Accedemos al panel Crear , geometrías  y seleccionamos Box. En la persiana Keyboard Entry introducimos los siguientes valores:  $X=0$  ;  $Y=152,5$  ;  $Z=-5$  ;  $Length=8$  ;  $Width=115$  ;  $Height=70$  y pulsamos el botón crear. Observamos el resultado en el Figura P07-M.

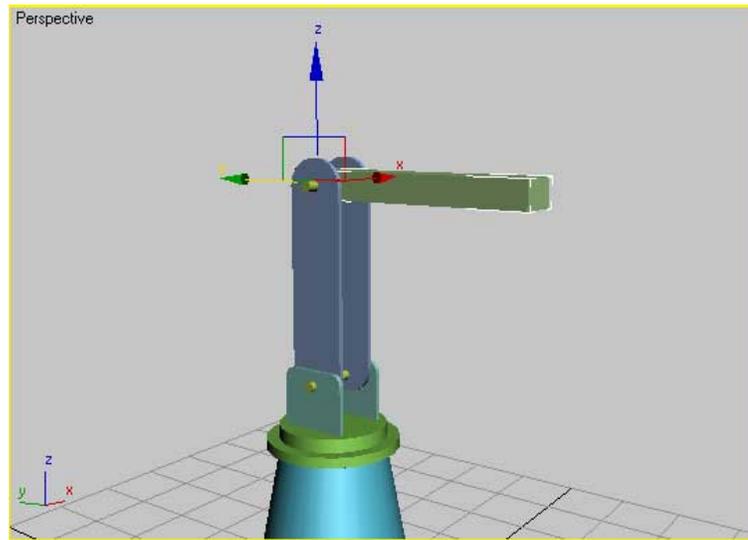


Figura P07-M. Cajón.

12. Para el quinto eje necesitaremos un objeto en forma de C que estará conectada al cajón, y que contendrá también el último elemento del dispositivo. Accedemos al panel Crear , Geometrías , desplegamos la lista de tipos de geometrías y seleccionamos Extended Primitives, como en la Figura P07-N.

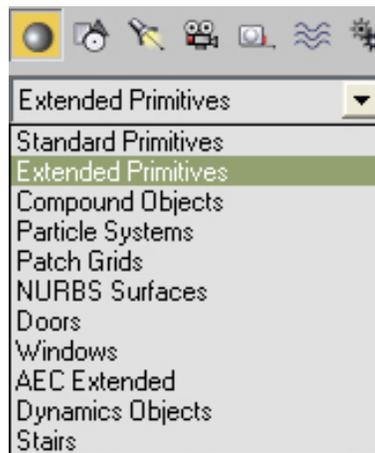


Figura P07-N. Lista tipos de geometrías.

Seleccionamos la primitiva C-Ext y en la persiana Keyboard Entry introducimos los siguientes valores: X=-8 ; Y=-55 ; Z=147,5 ; Back



Length=25 ; Side Length=16 ; Front Length=25 ; Back Width=2 ; Side Width=2 ; Front Width=2 ; Height=10 y pulsamos el botón Crear. Ahora debemos girarlo para colocarlo en la posición correcta frente al cajón. Pulsamos botón derecho 2 veces sobre la vista Top, el primero para dejar de crear C-Ext y el segundo para activar dicho visor. Pulsamos botón derecho sobre Seleccionar y Rotar  de la barra de herramientas principal y en la ventana Rotate Transform introducimos -90 para Z en la sección Offset Screen, pulsamos la tecla Enter y cerramos la ventana Rotate Transform. El resultado lo podemos observar en la Figura P07-O.

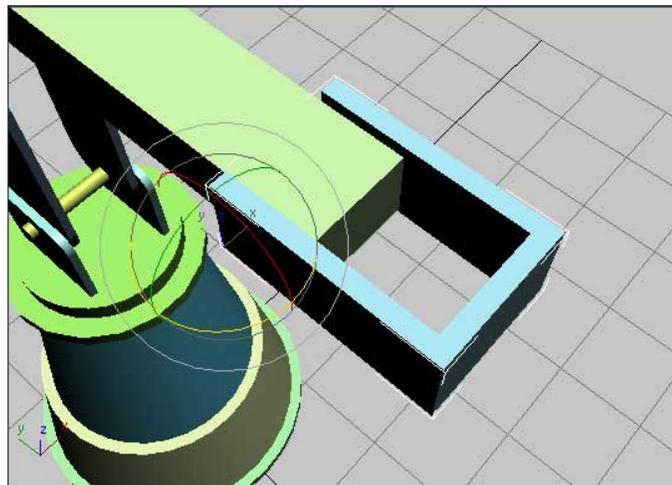


Figura P07-O. C-Ext.

13. Coloquemos el quinto eje que conecta el cajón con el C-Ext. Para eso clonemos el cuarto eje. Pulsamos botón derecho sobre la vista Izquierda (Left) para activarla, seleccionamos Cylinder05, pulsamos botón derecho en Edit del menú principal y seleccionamos Clone, en la ventana Clone Option activamos Instance (calco) y pulsamos Ok. Pulsamos botón derecho sobre Seleccionar y Mover  de la barra de herramientas principal, aparece la ventana Move Transform, en la sección Offset Screen introducimos 60cm



para el eje X y pulsamos la tecla Enter. El resultado lo podemos observar en la Figura P07-P.

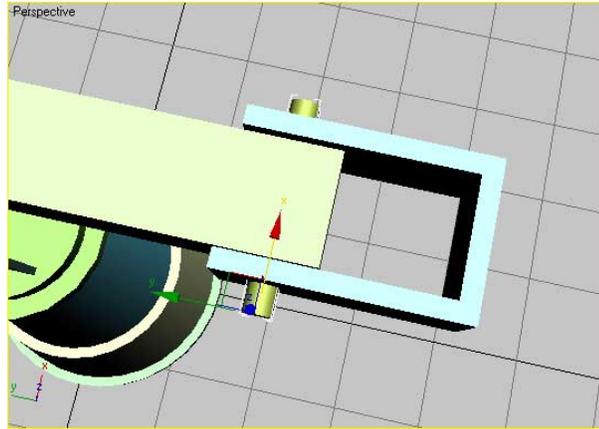


Figura P07-P. Quinto eje.

14. Por último coloquemos un cilindro sencillo en representación de lo que podría ser un taladro o cualquier otra herramienta útil para este tipo de dispositivo. Accedemos al panel Crear , geometrías , desplegamos la lista de geometrías, seleccionamos Estándar Primitives y seleccionamos Cylinder. En la persiana Keyboard Entry introducimos los siguientes valores:  $X=0$  ;  $Y=152,5$  ;  $Z=70$  ;  $Radius=4$  ;  $Height=15$  y pulsamos el botón crear. Ahora tenemos la representación de nuestro dispositivo completo. Observar resultado en la Figura P07-Q.

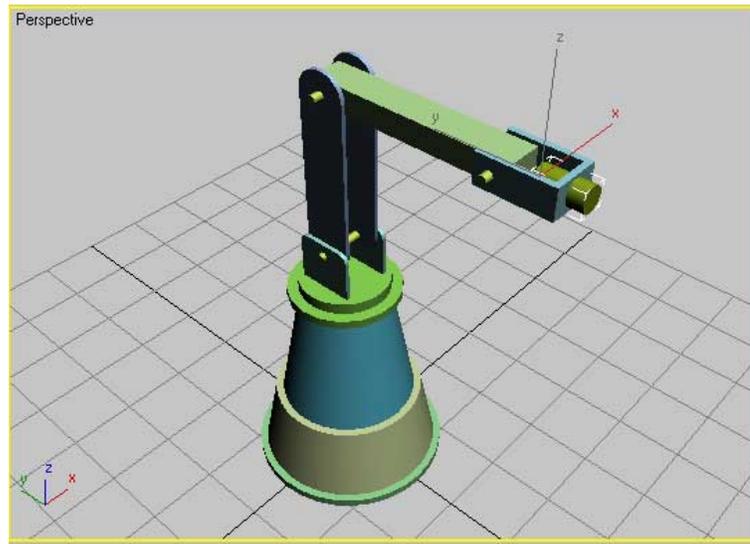


Figura P07-Q. Dispositivo completo.

Se recomienda al lector profundizar aún más los conocimientos en la utilización del software, para conocer a fondo el tipo de simulación 3D que se pueden realizar, más que todo con las herramientas de Simulación Dinámica y Reactor, las cuales son muy útiles para visualizar el comportamiento de los dispositivos construidos, y estas herramientas pueden ser estudiadas con los tutoriales propios de la compañía Autodesk.

El presente manual se enfocó en la construcción de piezas mediante algunos métodos de 3D Studio Max, pero hay que destacar que existen muchas formas y técnicas que pueden ser estudiadas con los propios manuales del software. Recuerden que el objetivo de este manual es introducir tanto al estudiante como al docente de Ingeniería Industrial a los sistemas CAD, dando una base teórica-práctica en el manejo del programa.



### **Venta de proyectos a base de imágenes tridimensionales**

Es muy común que las personas se interesen en un objeto por el simple hecho de que luce bien, que sea agradable a la vista, una buena impresión de su imagen, luego vendrán las incógnitas detalladas de las funciones de ese objeto una vez captada esa atención preliminar; como funciona, que se necesita, de que materiales está compuesto, cuánto costará, etc. Las imágenes en tercera dimensión pueden ser tratadas de tal manera que los objetos virtuales que las componen tengan una apariencia realista, con lo que se lograría una presentación de las estructuras o dispositivos bastante atractiva ante el espectador, característica que se logra con efectos físicos simulados en el software, tal como una iluminación que imite la intensidad de los rayos de luz que se puede incidir en un espacio determinado, en conjunto con sus sombras, la apariencia de cada material por los que están compuesto los objetos, metal, madera, plástico, etc.

El proceso de venta comienza cuando se tiene un producto que puede satisfacer las necesidades requeridas, y para llegar a eso se debe tener bien definido la idea inicial para la resolución del problema. Idea que puede ser representada en una presentación en videos virtuales, tal como hemos dicho hasta ahora. Cuando las necesidades insatisfechas son inconscientes o no sentidas, es tarea del vendedor hacerle notar al potencial comprador que las tiene y ofrecerle un producto que las satisfaga, con lo que haríamos uso de las técnicas cinematográficas para mostrar las características resaltantes de la idea en forma virtual.

En el caso de Ingeniería Industrial, en el proceso de mostrar un dispositivo para la resolución de un problema se vende las características del mismo, por lo que es importante resaltar las “ventajas” y vender los “beneficios” que logra el producto a vender.



A efectos de la venta de proyectos se puede hacer uso de animaciones que simulen el comportamiento, a través del tiempo, de los dispositivos o estructuras diseñadas en este tipo de sistema CAD, haciendo más fácil la comprensión de dicho comportamiento y lograr tener una decisión basada en la animación realizada.

El análisis de los proyectos busca determinar los beneficios o pérdidas en los que se puede incurrir al pretender realizar una inversión o algún otro movimiento, en donde uno de sus objetivos es obtener resultados que apoyen la toma de decisiones referente a actividades de inversión.

Una de las evaluaciones que deben de realizarse para apoyar la toma de decisiones en lo que respecta a la inversión de un proyecto, es la que se refiere a la evaluación funcional, que se apoya en la pre visualización de los aspectos técnicos del proyecto. Característica en la que encaja perfectamente las imágenes tridimensionales.

Asimismo, al analizar los proyectos de inversión se determinan los costos que implican la producción en físico del diseño virtual, por lo que se haría uso de la información digital para posteriormente calcular, por ejemplo, cantidad de material necesario, espacio requerido, tiempo requerido, etc. Utilizando toda una gama de ayudantes o herramientas para la medición de cada componente en el espacio virtual con condiciones físicas simuladas.

Son variados los proyectos que pueden ser diseñados en los sistemas CAD, y cada uno de ellos puede envolver características distintas a la hora de obtener información del mismo para ser presentado como propuesta de mejora, sin embargo todos deben cumplir con unos requisitos mínimos para la realización de la venta del proyecto:



- Debido a que los entornos virtuales pueden ser manipulados de tal manera que las dimensiones pueden no coincidir con la realidad, cada archivo digital debe construirse, de principio a fin, con dimensiones reales en sus componentes.
- Las piezas de dispositivos y estructuras deben poder manipularse de forma independiente, para así poder contabilizarlas una vez finalizado el diseño.
- En el caso de dispositivos o estructuras movibles, realizar animaciones en las que se simulen los movimientos de cada uno de los componentes y así poder validarlo.
- Hacer uso de cámaras para visualizar los puntos clave de la funcionalidad del diseño propuesto, tanto para imágenes estáticas como para animaciones.

### Procedimiento para la venta de proyectos

1. **Identificar la necesidad de resolución de problema del cliente;** el cual se refiere, en nuestro caso, tipo de dispositivo o estructura que se quiere construir.
  - Dispositivo mecánico.
  - Estructura física.
  - Dimensiones.
2. **Identificar perfil del cliente;** con la finalidad de establecer una presentación técnica o solo de muestra del prototipo virtual.
  - Finalidad del proyecto.
  - Modo de visualización del modelo virtual.



3. **Obtención de los diferentes planos o croquis del modelo a construir;** para tener referencia en medidas del lo que vendría siendo el dispositivo final.
  - Especificaciones de las diferentes piezas a modelar.
  - Modo de ensamble de piezas.
  - Funciones de cada parte del dispositivo o estructura.
  - Materiales a utilizar en el dispositivo.
  - Función general del dispositivo o estructura final.
  
4. **Informar al cliente el avance del proceso de construcción para posibles correcciones o ajustes del dispositivo.**

Cada uno de los puntos anteriores ayudará a construir de forma adecuada los prototipos o estructuras ingenieriles satisfaciendo las necesidades requeridas del cliente.



# **CAPÍTULO IV: Identificación de las áreas susceptibles al uso de software 3D.**



La construcción de modelos por computadora tiene una ventaja incomparable que no puede dejarse a un lado, ver construido virtualmente un objeto antes de ser construido físicamente. Existen diversas maneras de generar modelos de ensamblado en estos sistemas; componentes o figuras y ensamblados inteligentes. Todo depende del software y hardware del que se disponga.

Son varias las áreas en la que los sistemas tridimensionales tienen ventaja ya que:

- ✓ El tiempo en la realización de los diseños es reducido considerablemente en comparación con los métodos tradicionales.
- ✓ Reduce potencialmente problemas de manufactura.
- ✓ Mejoras en la calidad del producto.
- ✓ Mejoras en la alineación y tolerancias entre piezas.
- ✓ Visualización detallada de los modelos incluyendo simulaciones.
- ✓ Soporte de automatización para diseño, análisis, manufactura e inspección.
- ✓ Soporte 2D (dos dimensiones) cuando se requiera, sin restringir futuros métodos o expansiones.

Todo lo mencionado anteriormente nos lleva a la conclusión de que la utilización del software 3D puede ser aplicada en diversas materias de Ingeniería Industrial, como la ya mencionada Introducción al Diseño para la construcción de dispositivos e Ingeniería de Métodos para simulaciones de procesos de trabajo y distribución en planta. Sin embargo, otras materias como Procesos de Manufactura, Plantas Industriales y Manejo de Materiales pueden perfectamente hacer uso de las imágenes tridimensionales dentro de sus programas de estudio, aparte de otras materias de otras escuelas como la de Ingeniería Mecánica o Ingeniería Civil, por ejemplo, para la construcción de sus proyectos mecánicos y arquitectónicos.



Los modelos tridimensionales tienen la particularidad de poder crear con precisión un espacio físico equivalente a uno real, lo que conlleva a poder observar y estudiar posiciones y/o distribuciones de, por ejemplo, iluminación, muebles, maquinarias, almacenamiento, vías de comunicación, líneas de producción, etc.

El posicionamiento en 3D de cada uno de los elementos de estudio en un entorno físico virtual permite visualizar las alternativas para, por ejemplo, una posible distribución en planta, el flujo de materiales, procesos de producción y otros. Ahora bien, las simulaciones que se pueden generar mediante este tipo de software ayudan tanto al estudiante como al docente de Ingeniería Industrial a tomar decisiones en cuanto al ejecutarse de los trabajos en la realidad.

Morciego G. (2002) expresa que 3D Studio Max básicamente tiene dos usos reales: entretenimiento (cuando se refiere a cine, por ejemplo, o a juegos de PC o videoconsola), y pre-visualización de actividades (lo que todos conocemos como simulaciones). Esta última es probablemente la más significativa de esta aplicación, y es que en más ocasiones de las que podemos pensar es de mucha utilidad el realizar simulaciones en ordenadores sobre objetos para conocer datos de los mismos previamente a su construcción. De esta manera, se corrigen sobre la marcha posibles defectos que, a la hora de realizar el prototipo del producto diseñado, es prácticamente perfecto. Además de que resulta así más barato que elaborando primero el producto y comprobando posibles errores de fabricación a través de la experimentación directa con el mismo. Caso de la materia Introducción al Diseño, en el que se le pide al estudiante diseñar un dispositivo para mejorar un proceso de producción o método de trabajo. En un entorno completo de modelado en 3D se crea y desarrollan conceptos de diseño en tiempo real. Además 3D Studio puede utilizarse de modo autónomo o con la línea de productos AutoCAD, muy conocido en la ingeniería mecánica, a fin de maximizar la productividad en el diseño y agilizar el flujo de trabajo.



# CAPÍTULO V: Propuesta del Laboratorio



Generalmente los alumnos acceden a la Universidad con pocos conocimientos de expresión gráfica, espacio, sistemas de representación en tres dimensiones, y otros conceptos que, aunque estén facilitados por las nuevas tecnologías CAD, suponen del ingeniero una comprensión del espacio para luego manejarlo durante el desarrollo de su profesión.

Debido a la dificultad que tienen los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Industrial en crear los modelos icónicos, ya bien sea por los costos de construcción, el conseguir los materiales adecuados, el tiempo de realización de los dispositivos, mostrar de manera adecuada y atractiva las ideas al público en general, hacen que la necesidad de implementación de un laboratorio de procesamiento de imágenes 3D tenga un peso importante, ya que los problemas de corrección de dispositivos en cuanto a su construcción sean fácilmente detectables en un modelo tridimensional.

Según Morciego G. (2002), la cantidad de horas lectivas en los planes de estudio obliga a los docentes a buscar nuevas metodologías para poder impartir las materias. Las nuevas tecnologías estimulan la comunicación entre el profesor y el alumno. Se debe reorganizar la metodología didáctica del aprendizaje y replantearse los criterios tradicionales de enseñanza.

Los ciclos conceptuales fluyen con soltura durante la creación de diseños directamente en 3D Studio, así como a la hora de transferirlos a entornos CAD, para perfeccionarlos y aumentar su precisión. Una vez transferido el diseño, es posible tomar decisiones basadas en la información visual de 3D Studio y en diversas herramientas gráficas de iluminación, animación, etc. Cualquier momento del proceso es apto para representar una imagen 3D, con calidad fotográfica, los detalles estéticos y funcionales de las ideas puestas en práctica. 3D Studio combina el modelado intuitivo y la interoperabilidad con AutoCAD en un entorno integrado en tiempo real, para crear animaciones, realizar ajustes de iluminación y



experimentar con materiales. Así sin tener en cuenta su nivel de habilidad técnica, el alumno podrá realizar trabajos más creativos y expresivos.

La Universidad de Carabobo, en su papel de universidad pública comprometida con la educación superior, la investigación y el desarrollo local y regional, podría contar con un laboratorio de computación para el uso de Software de imágenes tridimensionales con la intención de crear y analizar dispositivos de manera virtual. Entre los diversos estudios superiores que ofrece la UC, en la escuela de Ingeniería Industrial, se requiere de instalaciones donde los diseños puedan ser desarrollados de manera apropiada. El acceso a tal infraestructura está generalmente limitado a las grandes compañías desarrolladoras de software y transnacionales privadas cuyas tarifas para realizar pruebas están más allá de las posibilidades económicas de nuestros estudiantes.

Ahora bien, el laboratorio no solo se limita a su utilización en la Escuela de Ingeniería Industrial, sino que también puede extenderse a las otras escuelas, como la de Ingeniería Mecánica o la de Ingeniería Civil para el montaje de sus proyectos de motores o estructuras civiles, ya que esos proyectos son más específicos y generalmente tienen el soporte de la tecnología para su construcción.

Para hacer uso del los software CAD para construir, perfeccionar y experimentar con diseños en tres dimensiones a gran escala y de forma grupal, es necesario que los computadores cumplan con ciertas características mínimas para poder trabajar cómodamente. Tales características son:

- El computador debe trabajar con el sistema operativo Microsoft Windows XP Professional con Service Pack 2 o superior.
- Procesador Intel Dual Core o AMD Athlon 64 (recomendable AMD Athlon 64 X2 Dual Core 4000 o superior) .



- 1Gb de memoria Ram.
- Un acelerador gráfico de 256 Mb o más.
- Paquete Autodesk de 3D Studio Max.

A continuación se darán los costos de dos alternativas de instalación de laboratorio para diseños bajo sistemas CAD para la Escuela de Ingeniería Industrial.

**✚ Costos de instalación de laboratorio.**

Alternativa 1. En esta opción de laboratorio se considera tanto los equipos computacionales como los muebles para la cantidad de 20 estudiantes.

Tabla 2. Costos de instalación de la alternativa 1.

Equipos y muebles	Cantidad	Costo Unitario (Bs F.)	Costo total (Bs F.)
AMD 64, 80Gb HD, 1Gb Ram.	20	2.000	40000
Acelerador gráfico	20	360	7.200
Monitor LCD 17"	20	970	19.400
Silla	20	135	2.700
Mesa escritorio	20	190	3.800
Software 3D Studio Max	1	7.525	7.525
Costo total			80.625

Alternativa 2. En esta opción, a diferencia de la primera, toma la posibilidad de hacer uso los muebles actuales de laboratorio de computación de la escuela de Ingeniería Industrial, y se invertiría solamente en las computadoras nuevas con las características mencionadas y el software 3D. Con lo que el costo se limitaría a la cantidad de computadores que podrían estar disponibles en el laboratorio y un único paquete del programa.



Tabla 3. Costos de instalación de la alternativa 2.

Equipos y muebles	Cantidad	Costo Unitario (Bs F.)	Costo total (Bs F.)
AMD 64, 3Ghz, 80Gb HD, 1Gb Ram.	20	2.000	40.000
Acelerador gráfico	20	360	7.200
Monitor LCD 17"	20	970	19.400
Software 3D Studio Max	1	7.525	7.252
Costo total			74.125

Fuente: Tienda PC ACTUAL, Valencia 2008.

Hay que tener en cuenta que, estos equipos computacionales no solo beneficiarían al estudio y a la aplicación de los diseños 3D, sino que también de llevarse a cabo, dicho laboratorio puede ser utilizados para todas aquellas materias en donde el uso del computador es necesario, teniendo una ventaja de rapidez de cálculos debido a los procesadores de gran potencia que los caracteriza. Esto haría que la escuela de Ingeniería Industrial tenga un laboratorio con un equipamiento de alto rendimiento, capaz de soportar cálculos complejos de los diferentes paquetes usados por las materias del Departamento de Ingeniería de Métodos.

Es de considerarse tener un instructor o preparador que imparta las practicas de 3D Studio Max, asegurando de esta manera la comprensión total de los procedimientos a seguir en la construcción de dispositivos y entornos virtuales para su estudio. Es de gran ayuda tener a una persona que despeje dudas sobre las técnicas que se utilizan en el software ya que existen muchas funciones en el programa 3D. Recordemos que las posibilidades de creación de modelos en 3D son de gran diversidad, y generalmente conseguimos retos en la modelación de los mismos.

Se puede escoger cualquier alternativa dependiendo de los equipos disponibles.



## Conclusiones

Se realizó un manual práctico para iniciar tanto al estudiante como al docente de Ingeniería Industrial en el uso del Software de imágenes tridimensionales (sistemas CAD), específicamente con el programa 3D Studio Max, con el propósito de enseñar paso por paso algunos de los posibles métodos de modelación de piezas, dispositivos y simulaciones en ambientes virtuales, para su posterior análisis en construcciones de ingeniería que se llevan a cabo en las asignaturas de la escuela de Ingeniería Industrial. El manual tiene el apoyo de imágenes para una mejor comprensión de los pasos a seguir en cada práctica, teniendo en cuenta que solo se tocaron las funciones más relevantes para el campo de la ingeniería.

Se espera que el manual sirva como soporte inicial para conocer de forma gradual las funciones de los sistemas CAD, para así empezar con el desarrollo de proyectos y trabajos de forma tecnológica, necesarios para el progreso del estudiantado en general, ya que de esta forma se contribuye a una mejor preparación para el campo laboral, teniendo en cuenta que se le imparte conocimientos de expresión gráfica y sistemas de representación en tres dimensiones.

Con respecto a las áreas en donde se puede aplicar el uso de este tipo de software en las materias de Ingeniería Industrial se llegó a la conclusión, una vez terminado el manual 3D con diversas posibilidades de modelación y construcción de objetos para proyectos de ingeniería, que Introducción al Diseño puede hacer uso de ello para la construcción de dispositivos, e Ingeniería de Métodos para simulaciones de procesos de trabajo y distribución en planta. Sin embargo, debido al variado uso de este software otras materias como Procesos de Manufactura, Plantas Industriales y Manejo de Materiales pueden perfectamente hacer uso de



las imágenes tridimensionales, no solo para que el estudiante pueda construir sus dispositivos o piezas en tercera dimensión, sino que también el docente puede incluirlo como parte del programa de estudio y hacer de las imágenes tridimensionales prácticas que muy bien puede el estudiante captar, entender de forma fácil y luego aplicar todos estos conocimientos para llevarlos a cabo en los laboratorios y finalmente en el campo laboral.

Lo referente a que software sería el más conveniente y se adapte a las necesidades de un Ingeniero Industrial, y observando la cantidad de programas computacionales que existen en el mercado mundial, muchos de ellos con un uso específico para diferentes tipos de industria, se observó que 4 programas están a la vanguardia del modelado tridimensional, según encuestas internacionales a cargo de las mismas compañías que desarrollan aplicaciones gráficas. Los software son: 3D Studio Max, Maya, Zbrush y Autocad. Ahora bien, Maya es un programa que generalmente se usa para la industria del cine y la televisión para efectos especiales en películas, Zbrush está a la vanguardia en el modelado de personajes para los videos juegos de última generación, Autocad es muy utilizado por los arquitectos e Ingenieros Mecánicos para la construcción de estructuras y dispositivos, siendo éste un programa que se podría utilizar en la Ingeniería Industrial, sin embargo 3D Studio Max tiene, además de las características que ofrece Autocad, simulaciones físicas reales, lo que complementa en gran parte las necesidades de los estudiantes para hacer el estudio de posibles comportamientos de sus sistemas. 3D Studio Max es también uno de los programas de fácil uso en general, característica que lo hace muy popular a nivel mundial, siendo perfecto para el rápido aprendizaje del estudiantado y personal docente de Ingeniería Industrial.

Por otra parte, se buscó los requerimientos técnicos para el uso de este tipo de sistema CAD en lo que podría ser un nuevo laboratorio de expresión gráfica en la que los estudiantes y profesores pueden hacer uso del software de imágenes



tridimensionales, con las características mínimas necesarias para realizar trabajos con cantidades de datos grandes y que el computador tenga una eficiencia aceptable para la representación de las imágenes en 3D. Las características de Hardware en estos computadores cumplen con la velocidad y cantidad de memoria necesaria para crear simulaciones con un nivel medio-alto, el cual es un nivel muy común en los proyectos desarrollados por los estudiantes en sus diferentes materias dentro de Ingeniería de Métodos.

En cuanto a la visualización de diseños tridimensionales se adaptaron técnicas que se utilizan en la industria cinematográfica, tomando como base ciertos movimientos de cámara, dependiendo de las características o animaciones con sus respectivos movimientos de componentes en los que se querrán mostrar estos dispositivos o estructuras virtuales. Se explicaron cada uno de los posibles recorridos de cámara a utilizar, en los que se distinguen movimientos de cámara físicos y ópticos. Todo esto para obtener una correcta visualización del prototipo o propuesta para su posterior análisis y poder tomar decisiones a base de las imágenes obtenidas.

Por último, en la venta de proyectos a base de imágenes tridimensionales se establecieron 4 características mínimas, respecto a la información digital del archivo del software, que deben cumplir las propuestas de estos diseños CAD. Una de las evaluaciones que deben de realizarse para apoyar la toma de decisiones en lo que respecta a la inversión de un proyecto, es la que se refiere a la evaluación funcional, que se apoya en la pre visualización de los aspectos técnicos del proyecto.



## Recomendaciones

Al ser principiante en la utilización de los software CAD (diseño asistido por computadora), es recomendable consultar la Referencia del Usuario a medida que experimenta y quiera realizar acciones específicas con los diseños en tres dimensiones.

Es de gran ayuda construir piezas ficticias, como parte del estudio del software, en las que los métodos de creación tridimensional representen casos diversos, para así poder abarcar una gran cantidad de posibles soluciones a problemas de modelado 3D.

Para un estudio óptimo leer siempre con el software en marcha, realizando las prácticas de forma paralela. Una vez terminada se aconseja repetirla sin más ayuda que nuestra memoria y la experiencia recién adquirida.

Tener presente que existen diversos software que son compatibles entre sí, teniendo así la posibilidad de importar y exportar modelos 3D para su utilización en los casos en que sea requerido.

Observar ejemplos de otros trabajos en 3D realizados por profesionales en la rama de imágenes virtuales para tener una idea de cómo debería quedar nuestro trabajo, en cuanto a lo atractivo de las visualizaciones tridimensionales.

Contar con bosquejos en papel antes de empezar a construir los modelos en 3D, planificando así el orden de construcción, dependiendo de lo complejo del diseño y de su funcionamiento. Con esto se logra una disminución considerable en el tiempo invertido para el modelado virtual.



A medida que se tome experiencia en el uso del software abordar situaciones de modelado más complejos, teniendo como soporte de ayuda las referencias del programa, ya que ella es la que contiene la explicación de todas las funciones disponibles en el paquete.



## BIBLIOGRAFÍA

Daniel Burgos (2000). Guía de aprendizaje de Studio Max, con la colaboración de la Autodesk. España: Mc Graw Hill.

Maneiro M. (1995). Aplicaciones del computador en la Ingeniería Industrial. Trabajo de ascenso no publicado. Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Carabobo.

Bill Brown (2007). Construyendo un mejor futuro. Santiago High School, Corona, California.

Spencer Barnes (2007). Innovación en acción. Departamento de diseño industrial. North Carolina State University.

Centro de Tecnología Informática. Introducción a 3D Studio Max. Universidad de Navarra.

Autodesk (2008). Referencia del usuario de 3D Studio Max. Estados Unidos.

Fernández C. (2003). Metodología de la Investigación. Trabajo realizado en la Universidad Metropolitana. Documento en línea disponible:

<http://ares.unimet.edu.ve/faces/fpag40/criterios.htm>. [Consulta: 2007, Diciembre].

Plata F. (2003). Metodología de la Investigación. Trabajo realizado en la Universidad Central de Venezuela. Documento en línea disponible:

<http://www.mipagina.cantv.net/g-urbanoucv23/metodologia%20de%20la%20investigacion.htm>. [Consulta: 2008, Enero].



### **Bibliografía adicional de apoyo.**

Escalona (2001). Diseño y Manufactura asistidos por Computadora. Introducción al CNC (Ingeniería Industrial – UPIICSA). Documento en línea disponible: [www.monografias.com](http://www.monografias.com) [Consulta: 2007, Agosto].

Meyer W. (2000). Manual de técnica de la investigación educacional. Síntesis de "Estrategia de la investigación descriptiva". Documento en línea disponible: <http://noemagico.blogia.com/2006/091301-la-investigacion-descriptiva.php>. [Consulta: 2008, Enero].

Estrada C. (2003). Experiencia en la generalización de los sistemas de diseño y dibujo asistido por computadoras (CADD) en los departamentos de proyectos de la provincia Granma. Documento en línea disponible: [www.monografias.com](http://www.monografias.com) [Consulta: 2007, Octubre].

Morciego G. (2002). Introducción a la gráfica de ingeniería - Desarrollo evolutivo y actualidad computacional. Documento en línea disponible: [www.monografias.com](http://www.monografias.com) [Consulta: 2007, Octubre].

Maroto Ibáñez, Joaquín (2005) *Metodología para la generación de entornos virtuales distribuidos y su aplicación a simuladores de conducción*. Ingeniería Mecánica y de Fabricación / E.T.S.I. Industriales (UPM).

Sánchez, Mar Stella (2000). CIM – Manufactura Integrada por Computadora. Documento en línea disponible: [http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_industrial/cimmanufacturaintegradaporcomputadora/](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/cimmanufacturaintegradaporcomputadora/) [Consulta: 2007, Octubre].



Wikipedia. Gráficos 3D por computadora. Página web en línea: consultada: 2007.  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%A1ficos\\_3D\\_por\\_computadora](http://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%A1ficos_3D_por_computadora)

Wikipedia. Movimientos de Cámara. Página web en línea: consultada: 2007.  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Movimientos\\_de\\_c%C3%A1mara](http://es.wikipedia.org/wiki/Movimientos_de_c%C3%A1mara)

Félix de Azara (2000). Técnicas de Venta. Documento en línea: consultada: 2007.  
<http://www.e-estrategia.com.ar>

Karim Gutiérrez (1999). Venta de proyectos. Análisis Financiero. Documento en línea: consultada: 2007.  
[www.monografias.com](http://www.monografias.com) [Consulta: 2007, Noviembre].



# ANEXOS



## GLOSARIO DE TERMINOS

**Vistas ortográficas:** Se puede considerar que estas vistas son "planas" o "rectas", o que "miran en ángulos rectos". Las vistas ortográficas son bidimensionales y se definen mediante dos ejes de coordenadas universales. Se realice en PC o en papel, casi todo el diseño 3D utiliza representaciones 2D o vistas "ortográficas" para lograr una descripción exacta de los objetos y su posición. Mapas, planos, secciones transversales y elevaciones son vistas ortográficas. La combinación de estos ejes produce tres pares de vistas ortográficas: superior e inferior, anterior y posterior, e izquierda y derecha.

**Radiosidad:** La radiosidad es una técnica para calcular la luz indirecta. Específicamente, la radiosidad calcula las reflexiones de la luz difusa entre todas las superficies de la escena. Para ello tiene en cuenta la iluminación configurada, los materiales aplicados y los parámetros ambientales definidos.

**Topología:** Al crear objetos y formas se asigna un número a cada vértice y/o cara. Estos números se utilizan internamente para determinar los vértices o caras que se seleccionan en un momento dado. Esta organización numérica recibe el nombre de *topología*.

**Raytrace:** Uno de los primeros algoritmos de iluminación global desarrollados se denomina Raytrace. El algoritmo Raytrace reconoce que, aunque hay millones de fotones viajando por la habitación, los que principalmente nos importan son los que entran en nuestros ojos. El algoritmo funciona trazando rayos hacia atrás, desde cada pixel de la escena hasta el modelo 3D.

**Rénder:** Se llama rénder al proceso final de generar la imagen 2D o animación a partir de la escena creada. Esto puede ser comparado a tomar una foto o en el caso de la animación, a filmar una escena de la vida real.



**Wireframe (malla):** En el sistema wireframe, el modelo 3D es creado y guardado sólo como una representación geométrica de aristas y puntos dentro del modelo. Los modelos 3D wireframe son transparentes en la realidad y por esta razón requieren un usuario de experiencia y gran conocimiento del modelo antes de entender claramente la representación.

**Nurbs (Non-Uniform Rational B-Splines):** Nombre perteneciente a la gama de líneas y superficies suavizadas utilizadas en distintos software de imágenes de dos y tres dimensiones.

**Pivote:** puede considerarse una representación del centro y sistema de coordenadas locales de cada objeto.

**Modificadores:** Los modificadores son las herramientas básicas para modelar y cambiar la forma de los objetos.

**Vinculación:** El proceso general de creación de vínculos consiste en construir la jerarquía de descendiente a ascendiente.

**Ascendiente:** Objeto que controla uno o varios descendientes.

**Descendiente:** Objeto controlado por su ascendiente.

**Solevado:** Los objetos solevados son formas bidimensionales extruidas a lo largo de un tercer eje. Estos objetos se crean a partir de dos o más objetos spline existentes. Una de estas splines será el recorrido y el resto de splines actúan como secciones transversales, o formas, del objeto solevado.



 **Botones de 3D Studio Max utilizados en el manual.**



Conmutador de ajuste angular.



Rotación de vista.



Asignar controlador.



Botón de asignación automática de Keys de animación.



Barra de tiempo.



Cámaras.



Panel Crear.



Botón borrar punto de control.



Mostrar eje X.



Mostrar ejes X e Y.



Mostrar eje Y.



Categoría Efectos Especiales.



Categoría Formas.



Categoría Geometrías.



Asignar Forma.



Insertar punto Bézier.



Insertar punto de esquina.



Panel Jerarquía.



Hacer simétricos.



Panel Modificar.



Mover punto de control.



Panel Movimiento.



-  Asignar Forma.
-  Reset curva.
-  Rotar perfil en contra de las agujas del reloj.
-  Rotar perfil en sentido de las agujas del reloj.
-  Seleccionar objeto.
-  Seleccionar y escalar uniformemente.
-  Seleccionar y Mover.
-  Seleccionar y Rotar.
-  Ajustar Key.
-  Hacer copia simétrica.
-  Sub-selección Spline.
-  Invertir ejes X e Y.
-  Configuración de tiempo.
-  Operación Booleana de unión.
-  Panel Utilidad.
-  Zoom a extensión de todo.
-  Zoom De encuadre de ventanas de ajuste.