

Capítulo 10

Dibujo Técnico

10.1. Introducción

El dibujo de ingeniería es un medio de comunicación. “Comunicación” usualmente se asocia con escribir y hablar, porque son los medios más usados en el diario vivir. Escribir y Hablar, sin embargo, son insuficientes para comunicar las ideas de diseño. En primer lugar, las muchas lenguas existentes en el mundo entero tienden a inhibir la comunicación escrita y verbal. Es más eficaz transmitir y recibir la intención del diseño a través de dibujos, bosquejos, cuadros, gráficos, etc. La comunicación gráfica es clara, exacta e inequívoca, transmitiendo el mismo significado en todas partes del mundo. Esto es cada vez más importante a medida que el mundo se desarrolla en una economía global.

Tanto el diseño a mano como el asistido por computadoras (CAD) son las dos herramientas principales para formular y transmitir la intención del diseño. Aunque CAD es una herramienta importante para los ingenieros diseñadores, el diseño a mano es extremadamente importante. La habilidad para comunicar claramente las ideas de diseño en una pizarra o en una pieza de papel es una destreza esencial para un ingeniero. En las tempranas etapas conceptuales del proceso de diseño, CAD podría eventualmente interferir con el flujo de ideas creativas.

Cuatro aspectos de los gráficos ingenieriles son tratados en este capítulo. Primero, la creación de un dibujo pictórico que muestre las tres dimensiones (3-D) del objeto que es presentado. La convención multivisual del dibujo de ingeniería será discutida a continuación. Seguida por la discusión de las dimensiones y especificaciones necesarias que el dibujo de ingeniería necesita tener para retratar claramente la intención del diseño. Finalmente, se muestra una amplia descripción de CAD, incluyendo una introducción al software SolidWorks 98®. Para profundizar el tema de dibujo en ingeniería, consulte un manual detallado [1].

10.2. Dibujo Pictórico

Un dibujo pictórico es una ilustración en 2-D de un objetivo 3-D. Mucha gente tiene problemas para visualizar mentalmente el objeto ensamblando las tres vistas estándar en ingeniería (frontal, planta perfil); los dibujos pictóricos transmiten eficazmente su forma, dándole vida a los objetos. Como los dibujos pictóricos son tan fáciles de visualizar, ellos son usualmente utilizados en catálogos, manuales de mantenimiento y en las instrucciones de instalación.

Tres diferentes tipos de dibujos pictóricos son comúnmente utilizados:

- Isométrico
- Oblicuo
- En Perspectiva

En la figura 10.1 se ilustran tres tipos diferentes de dibujos pictóricos de un cubo simple. El pictorial isométrico es dibujado con los tres ejes separados por 120° . El termino isométrico significa "De igual medida", indicando que todos los lados están medidos a escala con el mismo factor relativo a su medida original. Las líneas paralelas que definen bordes sobre el objeto son también la paralela sobre el dibujo isométrico. El papel de dibujo con ejes isométricos- disponibles en buenas librerías y tiendas especializadas-facilita enormemente el dibujo de un isométrico pictórico. Además, la mayoría de los programas CAD en 3D generan automáticamente vistas isométricas.

Los Pictoriales Oblicuos son dibujados con una vista frontal en escala real en el plano X-Y. Líneas oblicuas, que representan el eje Z, son proyectadas en un cierto ángulo, usualmente entre 30° y 45° . Las líneas paralelas que definen los bordes sobre el objeto son también la paralelas sobre el dibujo oblicuo.

Un dibujo en perspectiva muestra de manera más realista lo que verdaderamente se ve. Los artistas dibujan o pintan usando el estilo en perspectiva. Aunque los ingenieros algunas veces representan sus diseños en este estilo, éste es el más difícil de los tres tipos de representaciones de llevar a cabo. En el dibujo en perspectiva, no existen coordenadas bien definidas. Las líneas paralelas convergen a un punto de fuga a medida que se van alejando del observador. El uso de líneas que convergen en vez de líneas paralelas y el escorzo de dimensiones dan la perspectiva del dibujo, pero hacen difícil de escalar las dimensiones con exactitud.

Dibujos Isométricos

En un pictorial isométrico, como se muestra en la figura 10.2, los tres ejes se encuentran igualmente separados por 120° . Los ejes dividen el papel en zonas que representan tres vistas del

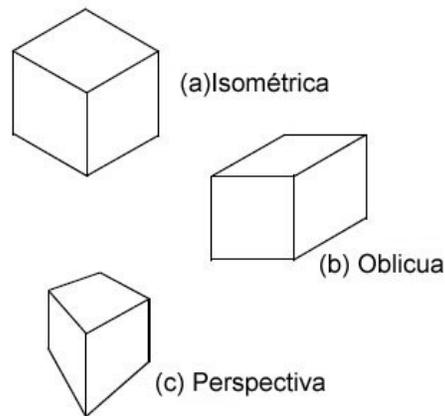


Figura 10.1: Un cubo representado en forma isométrica, oblicua y en perspectiva

objeto. Si los ejes forman una Y, como en la figura 10.2, la vista se hace mirando el objeto hacia abajo. La vista superior (planta) se dibuja en la parte superior de la Y. La vista lateral izquierda aparece en la parte izquierda del eje vertical, y la vista frontal se muestra en la parte derecha del eje vertical.

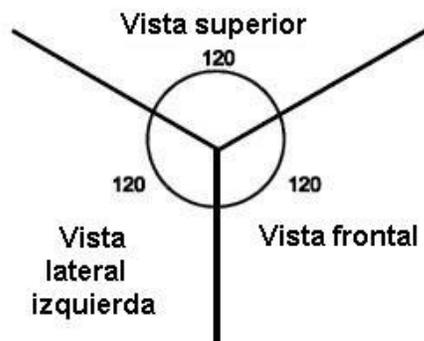


Figura 10.2: Ejes isométricos a 120° dividen el dibujo en 3 partes, vista superior, lateral y frontal

El pictorial isométrico de la figura 10.3 fue dibujado en un papel isométrico, el cual proporciona líneas igualmente espaciadas paralelas a los ejes isométricos para facilitar el dibujo a mano, hecho a mano alzada o con ayuda de una regla. Además, la figura 10.3 representa las tres vistas ortogonales del mismo objeto, con sus correspondientes planos enumerados en forma circular. Un buen ejercicio es el de recrear las vistas isométricas a partir de las tres vistas dadas.

Los rasgos circulares aparecen como elipses en los dibujos isométricos. La figura 10.4 ilustra el pictorial isométrico de un cilindro rectangular de diámetro D y altura H . Note que la vista

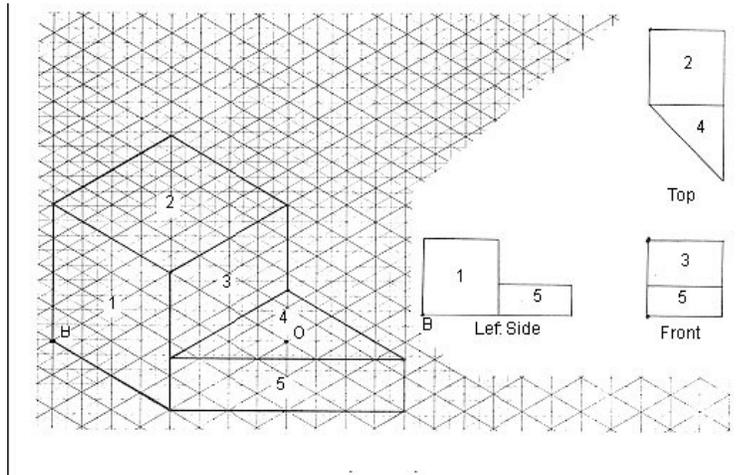


Figura 10.3: Isométrica de un bloque

superior circular aparece como una elipse que es tangente a los ejes isométricos en cuatro puntos. El eje mayor de la elipse es horizontal y el eje menor es vertical. La figura 10.5 muestra como los círculos en las partes superior, lateral y frontal aparecen como elipses en un pictorial isométrico.

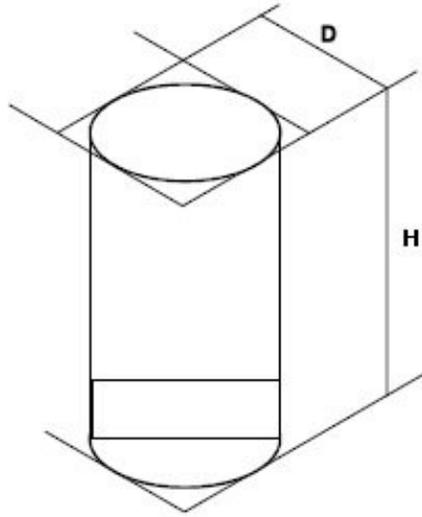


Figura 10.4: Isométrica de un cilindro de diámetro D y altura H .

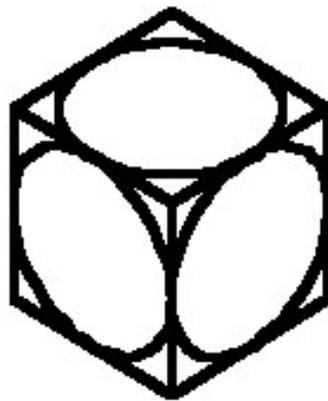


Figura 10.5: Los círculos parecen elipses en dibujos isométricos.

Dibujos oblicuos

Los dibujos oblicuos son el tipo de pictorial más fácil de dibujar a mano, pero al mismo tiempo son los menos realistas. Los pictoriales oblicuos e isométricos son similares, porque ambos utilizan líneas paralelas para construir las tres vistas. La diferencia entre los pictoriales oblicuos e isométricos radica en la definición de los ejes. Los dibujos oblicuos usan un sistema de coordenadas X-Y-Z como se muestra en la figura 10.6. Los tres ejes de coordenadas dividen la hoja en tres regiones para poder dibujar las vistas superior, lateral y frontal. Con los ejes definidos como se muestra en la figura 10.6, el objeto se ve desde arriba, mirando de derecha a izquierda. El eje Z, que es el eje que va hacia atrás en la Figura 10.6, es dibujado en un ángulo 45° en relación con el eje de abscisas; sin embargo, otros ángulos como 30° o 60° a menudo son empleados.

La figura 10.7 muestra un pictorial oblicuo simple de un cubo. La vista frontal es dibujada en tamaño real, lo que significa que las dimensiones horizontales y verticales están fielmente a escala. La profundidad del eje Z, sin embargo, se dibuja usualmente a una escala menor, porque el dibujarlo a escala real crea la ilusión de una mayor profundidad. En este caso, el eje Z que va hacia atrás es dibujado en 30° con respecto a la horizontal. La figura 10.8 corresponde a un dibujo oblicuo más complejo de dos bloques conexos, junto con las tres vistas ortogonales del mismo objeto, con sus correspondientes planos enumerados en forma circular. El factor de escala para el eje z es de $\frac{3}{4}$ para dar un mayor realismo.

La figura 10.9 muestra como aparecen los círculos en un pictorial oblicuo. Los rasgos circulares en las vistas frontales aparecen como círculos normales, lo que facilita el dibujo a mano. Un compás o una plantilla circular pueden ser usadas para representar con exactitud los rasgos circulares. En cambio, los rasgos circulares aparecerán como elipses en las vistas superiores y laterales. Note que sólo una parte del círculo formado donde el agujero cruza el plano trasero del objeto es visible en la Figura 10.9 (b).

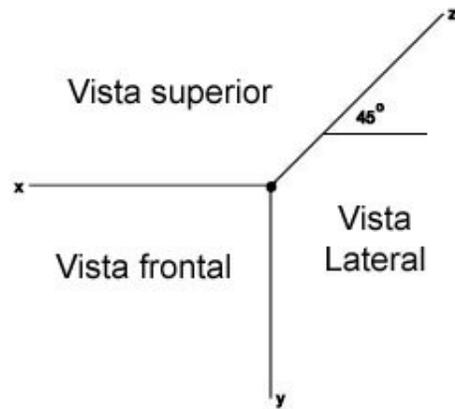


Figura 10.6: Sistema de coordenadas para vistas oblicuos

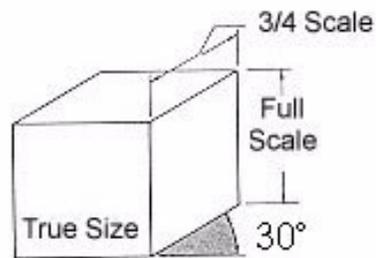


Figura 10.7: Dibujo oblicuo de un cubo.

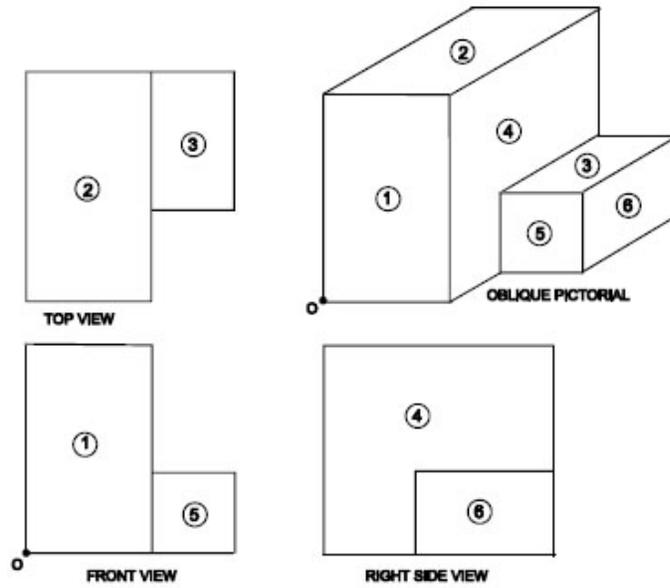


Figura 10.8: Tres vistas de un par de bloques conectados y una vista oblicua del mismo objeto

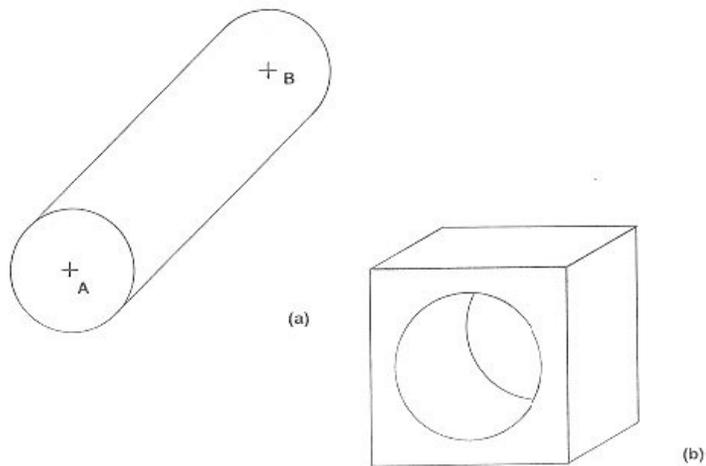


Figura 10.9: Vistas oblicuas (a)Cilindro (b)Bloque con una perforación

El Dibujo en Perspectiva

Antes del renacimiento en el siglo XV, los cuadros lucían planos y no muy realistas. Luego, los artistas descubrieron como crear dibujos que representan lo que el ojo humano (o una cámara) ve sobre un medio en 2-D. El papel del dibujo en perspectiva en la ingeniería es principalmente comunicar a otros como lucen los objetos.

La principal diferencia que distingue los dibujos en perspectiva de los pictoriales oblicuos e isométricos es que en estos últimos, las líneas que definen bordes (por ejemplo, el superior e inferior) son paralelas a los ejes, mientras que en los dibujos en perspectiva las líneas paralelas convergen. En la figura 10.10, por ejemplo, los rieles convergen a un punto de fuga y los durmientes parecen hacerse más cortos, aun cuando en realidad los rieles son paralelos y todos los durmientes son de igual longitud.

Cuatro términos son útiles en la descripción del dibujo en perspectiva:

1. Cuadro: Es la superficie (por ejemplo, una hoja de papel) del pictorial. Los bordes del papel representan la ventana por la cual usted “ve” el objeto de 3D.
2. Línea de horizonte: Divide el cielo y la tierra o el mar si fuese el caso. La línea de horizonte se ubica al nivel de los ojos y cambia con la elevación. En un lugar en donde no se pueda ubicar el horizonte original, porque las murallas obstaculizan su visión, asuma que la línea de horizonte va a nivel de los ojos.
3. Punto de vista o dirección de la vista: Es la ubicación de los ojos con respecto al objeto. Los objetos pueden ser vistos de derecha a izquierda, de izquierda a derecha, hacia abajo, hacia arriba, etc. Cómo un objeto se ve dibujado puede cambiar radicalmente dependiendo de estos parámetros.
4. Punto de fuga: Es el punto en donde las líneas paralelas convergen a medida que se van alejando. El punto de fuga es donde los rieles parecen encontrarse en la figura 10.10.



Figura 10.10: Los rieles paralelos convergen y los durmientes se acortan en esta fotografía de línea del ferrocarril

Perspectiva de un Punto

Un objeto puede ser representado usando un-, dos- o tres- puntos de perspectiva. En la perspectiva de un punto, el largo y alto original del objeto son representados en la vista frontal ubicada en el cuadro como se muestra en la figura 10.11. Una línea horizontal representa el horizonte. La ubicación de esta línea depende del punto de vista y la dirección de la vista. En la figura 10.11, el bloque es visto derecho y desde arriba. La elevación se toma en cuenta realzando la línea de horizonte. El punto de fuga está centrado en la línea de horizonte, porque la mirada del bloque se hace desde el frente. Las líneas de construcción se dibujan desde el punto de fuga hacia las esquinas superiores del bloque ubicadas en la vista frontal. El borde trasero sobre la vista superior es dibujado paralelo al borde delantero superior para establecer la profundidad del bloque. Note que el borde trasero es mucho más corto que el borde delantero. El acortamiento de estas líneas en los planos traseros y en los bordes convergentes da la ilusión de estar en tercera dimensión.

Otro ejemplo de perspectiva de un punto es el dibujo de una mesa de café, como se muestra en la figura 10.12. la vista frontal de la mesa está dibujada en el cuadro. Las mesas de café son bajas, así que el punto de vista escogido es desde arriba, pero mirando de frente la parte superior de la mesa. La línea de horizonte es dibujada a nivel del ojo, alineando el punto de fuga con el centro de la mesa. Líneas de construcción delgadas conectan las esquinas de la mesa con el punto de fuga. Estas líneas de construcción forman varios triángulos. El triángulo exterior más grande es usado para definir la superficie superior, mientras los triángulos más pequeños son usados para dibujar los bordes inferiores de los apoyos visibles bajo la mesa.



Figura 10.11: Un cubo dibujado con un punto de perspectiva.



Figura 10.12: Perspectiva de un punto de una mesa

Perspectiva de dos puntos

La perspectiva de un punto es útil cuando un objeto es visto de frente, y por lo tanto la vista frontal está situada en el cuadro. Sin embargo, si el objeto es rotado, ni la vista frontal ni la vista lateral estarán en el cuadro, y como se muestra en la figura 10.13, una perspectiva de dos puntos será necesaria.

Considere un bloque rectangular que es observado diagonalmente, en el cual solo el borde vertical esté situado en el cuadro. La figura 10.14 muestra la perspectiva de dos puntos y su construcción. Primero, un horizonte elevado es dibujado, porque el punto de vista es desde arriba del bloque. Dos punto de fuga (VP-R y VP-L) son dibujados; el espaciado de estos puntos a distancias diferentes refleja la mirada del bloque desde un ángulo leve. Luego, una línea vertical del largo original es dibujada (1), y sus extremos son conectados a ambos puntos de fuga (VP-R y VP-L) con líneas de construcción. Luego, las dos superficies verticales pueden ser dibujadas (ABCD y ABEF). Finalmente, los puntos D y F son conectados a su punto de fuga correspondiente, para definir la superficie superior. Note que en la perspectiva de un punto, dos bordes del cubo superior son paralelos y los otros dos no lo son (figura 10.11), mientras en la perspectiva de dos puntos, ninguno de los bordes superiores son paralelos (figura 10.14).

La figura 10.15 muestra un dibujo en perspectiva de dos puntos y la construcción de la mesa de café previamente mostrada en perspectiva de un punto. El borde delantero vertical es dibujado con su longitud original, pero las líneas verticales que definen la anchura y la profundidad de la mesa son dibujadas “al ojo” para obtener las dimensiones correctas de la mesa.

La perspectiva de tres puntos es utilizada cuando un objeto es demasiado alto. Los arquitectos que dibujan una vista de ciudad con rascacielos usan la perspectiva de tres puntos para afinar los edificios a medida que van creciendo en el cielo. Los ingenieros usualmente trabajan con objetos más pequeños que pueden ser representados en pictoriales con perspectivas de uno o dos puntos. Por lo tanto, las perspectivas de tres puntos no son descritas en este capítulo. Para una descripción mas profunda de los dibujos en perspectiva consulte Powell [2].

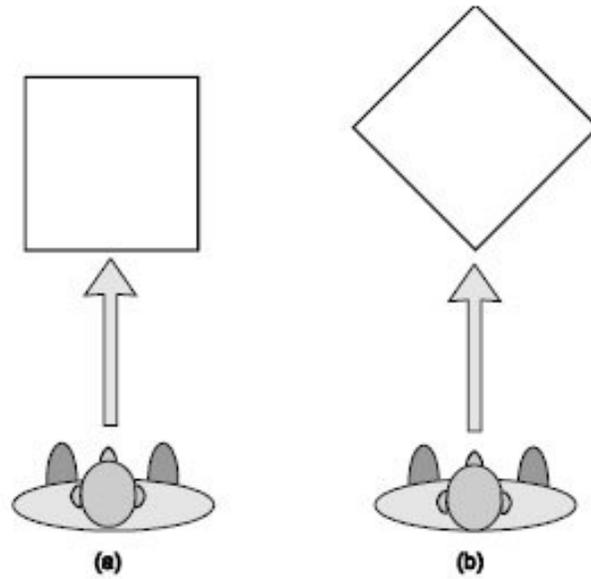


Figura 10.13: La dirección con que se mira un objeto controla la perspectiva: (a) De frente – usar perspectiva de un punto (b) Vista en ángulo – usar perspectiva de dos puntos

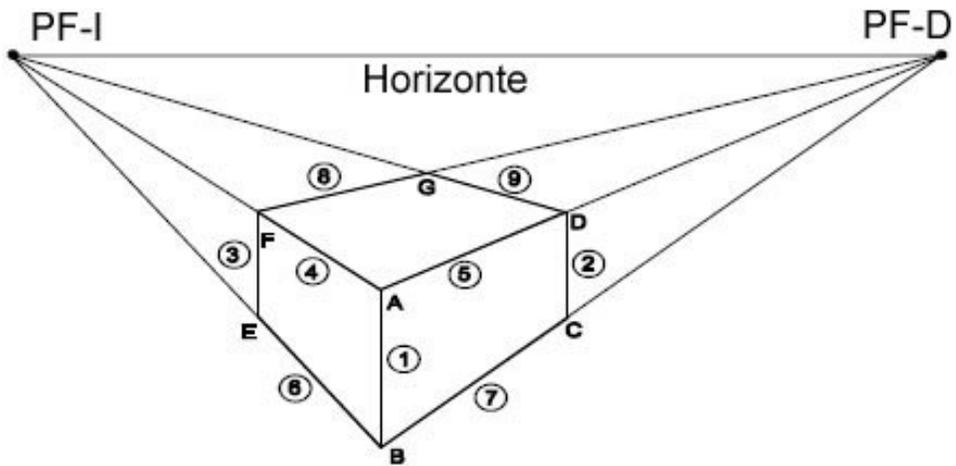


Figura 10.14: Bloque con dos perspectivas

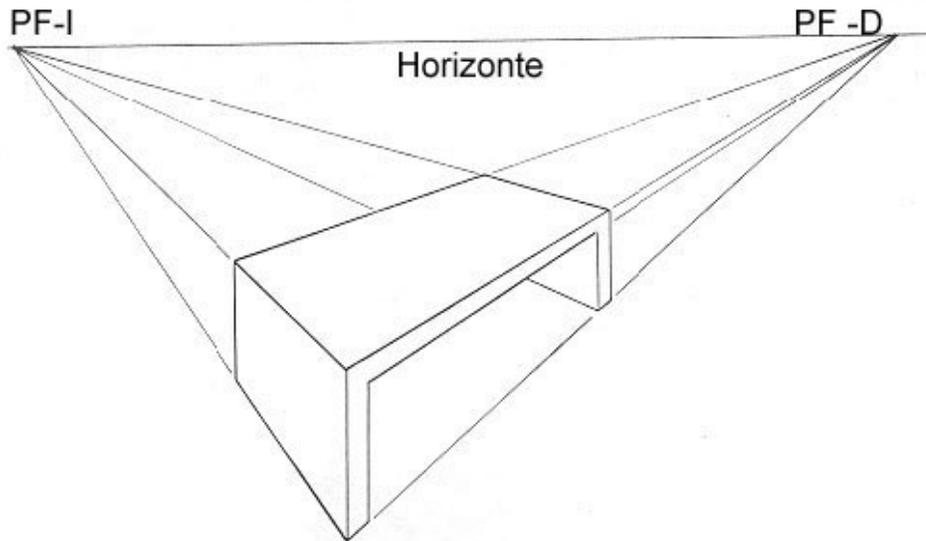


Figura 10.15: Perspectiva de dos puntos de una mesa

Dibujos Multivista

Los dibujos multivistas ingenieriles son el formato estándar para comunicar diseños a los fabricantes. Un dibujo multivista consiste en tantas vistas en 2-D de un objeto como sean necesarias para definirlo de forma completa y sin ambigüedades. Un dibujo multivista es una clave universal que contiene toda la información necesaria para fabricar una pieza en forma precisa y repetidamente. La habilidad para crear y leer dibujos ingenieriles es una destreza importante de los ingenieros de diseño. Incluso si la misma persona diseña y fabrica la parte, que es a menudo el caso de los proyectos de estudiantes, un dibujo de ingeniería exacto es un instrumento invaluable tanto para el diseño como para la fabricación.

Considere un bloque rectangular con una ranura, como se muestra en la figura 10.16. Las flechas representan diferentes direcciones desde donde se observa el objeto, como lo son las vistas superiores, laterales y frontales.

Un dibujo de tres vistas del bloque se muestra en la figura 10.17. El dibujo solo pictórico del bloque ahora es representado por tres dibujos diferentes de 2D que representan las vistas lateral, frontal y superior. Estos tres dibujos definen completamente las dimensiones del bloque, su tamaño y la posición y el tamaño de la ranura. Cada vista está a escala original.

La disposición de las vistas es importante, ya que cualquiera que lea el dibujo asumirá que la convención ha sido seguida. Un dibujo que no siga la convención podría ser confuso. La vista frontal se ubica en la parte inferior izquierda del papel, la vista superior se ubica justo sobre ésta,

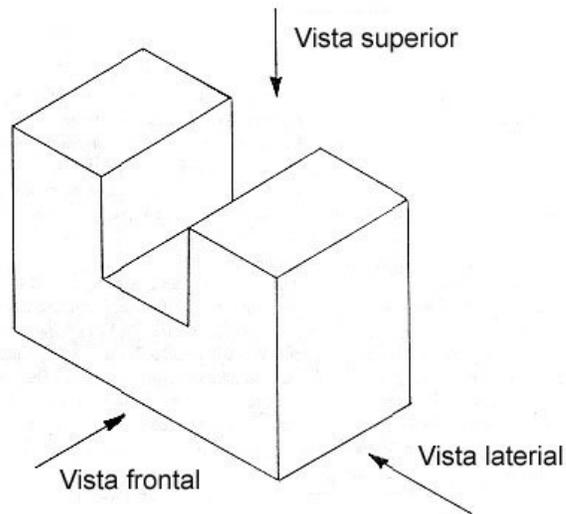


Figura 10.16: Vista isométrica de un bloque con un corte

y la vista lateral está ubicada justo a la derecha de la vista frontal. Esta disposición se llama “proyección ortográfica” y permite proyectar las dimensiones de una vista a la otra. El ancho del objeto es compartido por las vistas superior y frontal, y las vistas lateral y frontal comparten la altura del bloque.

La figura 10.17 también ilustra otra convención en dibujos de ingeniería; pueden notar que líneas sólidas son usadas para mostrar las líneas que son visibles en una vista, y las líneas punteadas representan los bordes que son ocultados en aquella vista. Por ejemplo, todos los bordes formados por la intersección de los planos son visibles en la vista frontal y superior, así que todas las líneas del objeto en estas vistas son sólidas. En cambio, en la vista lateral, la línea formada por la esquina interior del la ranura está oculta. Por lo tanto la adición de la línea punteada a la vista lateral clarifica el dibujo.

Los dibujos difieren de las fotografías debido al uso de las líneas punteadas para indicar características ocultas. La figura 10.18 muestra las convenciones para distintos tipos de líneas.

A continuación, considere un bloque con una ranura y un sacado, como se muestra en la figura 10.19. La figura 10.20 muestra las tres vistas de esta pieza. Primero se dibuja la vista frontal, en la esquina inferior izquierda del papel. Incluso con el step y la ranura, se muestra el contorno del bloque como un rectángulo en la vista frontal. Las líneas que definen la ranura y el step se agregan a continuación, completando la vista frontal. Luego se construye la vista superior, basado en las delgadas líneas de construcción que se proyectan hacia arriba, así como las dimensiones conocidas de las profundidades del bloque, ranura y sacado. Finalmente, la

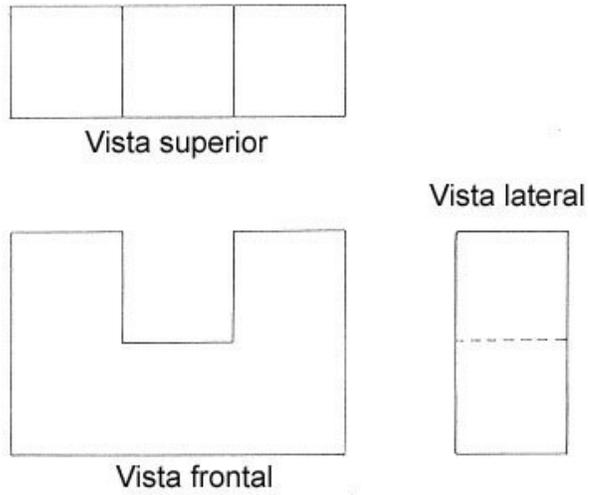


Figura 10.17: Dibujo con de las tres vistas de la Figura 10.16

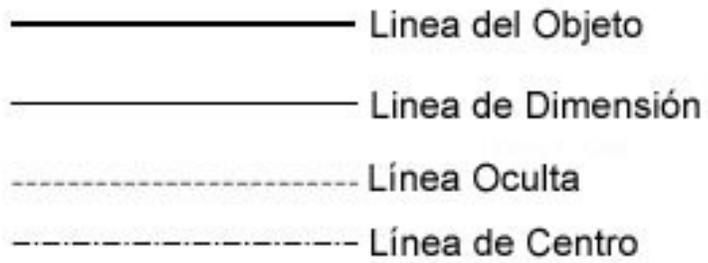


Figura 10.18: Convención para los estilos de líneas

vista lateral es dibujada basada en la información contenida en las otras dos vistas. En este caso, proyectando la vista superior hacia la derecha intersectándola con la línea de construcción trazada en 45°, y luego, proyectándola hacia abajo. Esto ayuda a definir la geometría de la vista lateral. Note que la línea oculta nuevamente muestra la profundidad de la ranura.

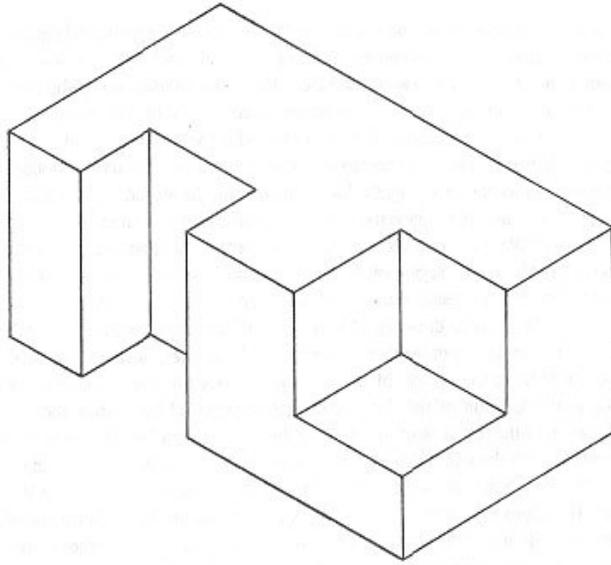


Figura 10.19: Dibujo isométrico de bloque con sacados

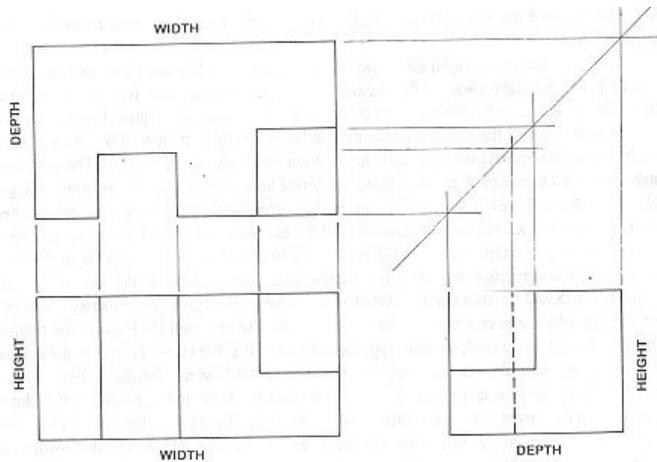


Figura 10.20: Dibujo con tres vistas del objeto de la Figura 10.19

Como ejemplo final, considere un bloque rectangular con un sacado y un orificio, como se

muestra en la figura 10.21. El dibujo de las tres vistas correspondientes a esta pieza se muestra en la figura 10.22. El contorno circular del sacado sólo se puede ver en la vista superior. En cambio, la proyección derecha del sacado sólo se muestra en la vista frontal como una línea vertical. Note el uso de ejes (línea discontinua con trazos largos y cortos) para definir la ubicación del centro del orificio, en la vista superior. Los ejes son una forma de clave que muestran al lector que la figura definida por las líneas verticales, que están ocultas en las vistas frontales y laterales, son un orificio circular y no uno cuadrado.

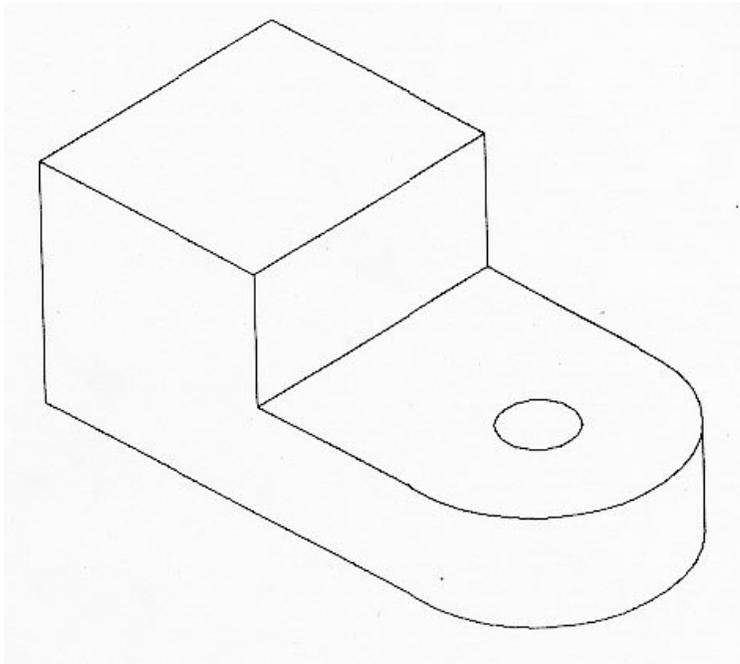


Figura 10.21: Dibujo isométrico de bloque con un sacado circular y un agujero

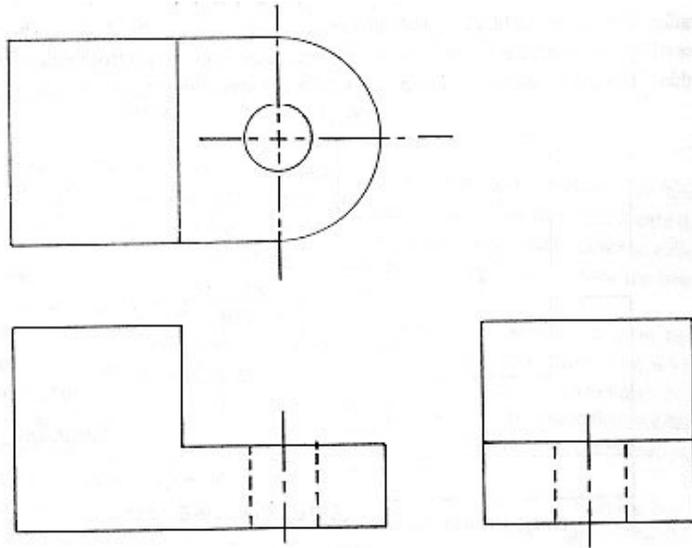


Figura 10.22: Dibujo con tres vistas del objeto de la Figura 10.21

10.3. Dimensionando

Los dibujos multivista son dibujados a escala, así que teóricamente ellos contienen información adecuada sobre el tamaño de las piezas. Sin embargo, por varias razones, un dibujo de ingeniería debe contener explícitamente dimensiones numéricas que definan de manera precisa su geometría.

Tolerancias

Ninguna pieza puede ser fabricada exactamente como es especificada, así que los diseñadores dimensionan los componentes de manera que las piezas funcionen correctamente cuando éstas sean ensambladas. En conjunto con las dimensiones aparece la tolerancia, es decir, la variación aceptable en las dimensiones que permite todavía crear un producto que funcione correctamente. La tolerancia puede estar especificada; por ejemplo, una dimensión de $X=2,500 \pm 0,001$ in. indica que el largo aceptable de la pieza se encuentra entre 2,499 y 2,501 in. Es importante recalcar que la tolerancia siempre está implícita, incluso si no es especificada. La tabla 10.1 muestra una serie de tolerancias aceptadas de manera implícita basadas en el número de cifras significativas de la medida. Los sistemas CAD poseen la capacidad de cambiar la precisión decimal de las medidas para utilizar la tolerancia correcta.

A medida que la tolerancia se vuelve mas fina, los costos de fabricación aumentan significativamente. Por lo tanto, los diseñadores usan tolerancias tan holgadas como sea posible, manteniendo el correcto funcionamiento.

Cuadro 10.1: Tolerancias según la precisión

Precisión	Tolerancia
X.X	$\pm 0.05\text{mm}$
X.XX	$\pm 0.01\text{mm}$
X.XXX	$\pm 0.005\text{mm}$

Dimensiones

Las dimensiones son importantes bajo dos puntos de vista. El diseñador de un nuevo componente comienza desde cero con un papel en blanco y empieza a asignar las dimensiones que optimizan el diseño del elemento. En el rediseño de un componente existente, el diseñador comienza desde el dibujo (o modelo CAD) de la pieza y modifica las dimensiones actuales, que sean necesarias, para mejorar el diseño. Las dimensiones también son críticas para aquellos que tienen que utilizar el dibujo, ya que las podrían ocupar para fabricar la pieza, ensamblar o reparar el producto que incluye esta pieza. Muchas personas que no están involucradas en el diseño, podrían utilizar sólo el dibujo de ingeniería que define la pieza, y por lo tanto, la precisión con que se especifica la pieza es esencial.

En la figura 10.23 se muestra una pieza a la cual se le han incorporado las dimensiones para ilustrar las distintas convenciones que se ocupan para dimensionar. Note que las unidades no se han especificado en cada valor. Más bien, las unidades son especificadas en el "Drawing Block", como se detalla en la figura 10.24. Las líneas de dimensión y extensión (las líneas a las cuales apuntan las flechas) son normalmente líneas finas, en cambio las líneas que definen el objeto son normalmente más gruesas. En un dibujo CAD, el grosor de las líneas puede ser establecido según esta convención.

Los orificios y otros elementos circulares son ubicados desde un borde de la pieza hacia los centerlines del orificio, porque el taladro que se usa para hacer este orificio se introduce en la pieza justo en la intersección de los ejes. Note que el centro del orificio, después de haber sido taladrado, es un punto imaginario en el espacio. El símbolo R representa el radio de un arco. A los elementos completamente circulares (por ejemplo, un orificio, un cilindro, etc.) se les indica su diámetro junto con el símbolo \emptyset . Los elementos circulares típicamente son dimensionados en la vista en la cual aparecen circulares (por ejemplo, la vista superior en la figura 10.23).

Aun cuando es de suma importancia el dimensionar una pieza, se debe evitar el sobredimensionar (especificar la misma medida dos veces). El poseer demasiadas medidas puede llevarnos a una situación confusa en la cual se satisfaga una medida y la otra no, esto se debe a que la tolerancia está asociada a cada medida que uno realiza. Sin embargo es una buena costumbre el especificar las medidas generales de la pieza (alto, ancho y largo), ya que claramente le indica al fabricante

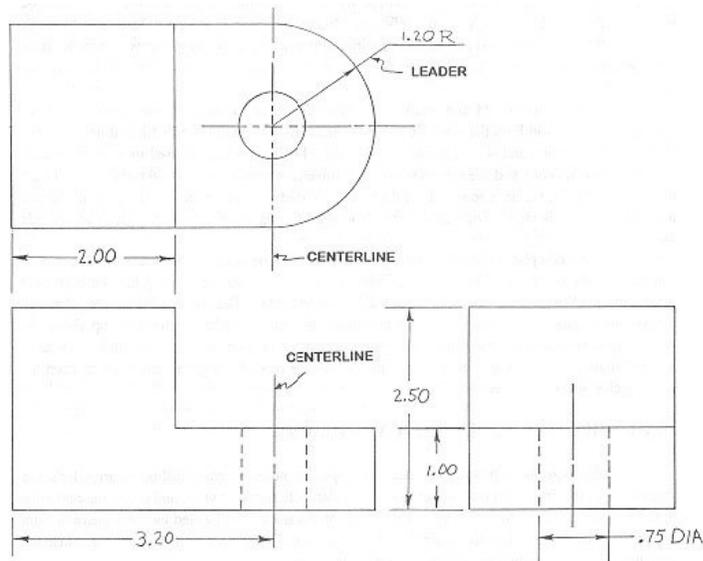


Figura 10.23: Ejemplo mostrando líneas de centro, cabezeras, radios y diámetros

el tamaño del material que necesitará para empezar a producir la pieza. Por ejemplo, el ancho de el bloque de la figura 10.23 puede ser calculado multiplicando el radio por dos ($1.20 \times 2 = 2.40$). Para evitar confusiones, esta información ha sido agregada a la vista lateral. El dimensionamiento redundante se evita agregando el símbolo REF, el cual indica al fabricante que ésta es una medida para ser usada solo como referencia. El especificar que el radio es de 1.20 es esencial en este ejemplo. En caso de no ser especificado, la tabla 10.1 indica que la tolerancia para la medición de este radio debe ser de ± 0.01 mm. Un programa CAD de base paramétrica, como SolidWorks, muestra automáticamente si un pieza está sub-definida, sobre-definida o completamente definida.

Las dimensiones pueden ser colocadas de manera arbitraria, y la mayoría de ellas pueden ir en al menos dos vistas distintas. La regla general es que se deben colocar las dimensiones tratando de mantener el dibujo claro y ordenado; y las dimensiones no deben ir sobre la misma pieza. En programas CAD, como SolidWorks, que soportan el uso de dimensiones, es fácil agregar, mover y modificar dimensiones al dibujo (por ejemplo, el tipo y tamaño de la letra, la predicción de la medición, la tolerancia explícita, etc.).

Cuadro de Rotulación

El cuadro de rotulación cumple una función muy importante en el dibujo de ingeniería, especificando varios detalles que son necesarios para la definición de la pieza. Como se muestra en la figura 10.24, el cuadro de rotulación se ubica en la esquina inferior derecha del dibujo, justo en la parte interna del borde. Mucha de la información que contiene un típico cuadro de

BORDER			
COLLEGE OF ENGINEERING			
PART NAME			
SCALE	TOLERANCES		
FULL	FRACTIONS ± 1/64	DECIMALS ± 0.005	
DATE	MATERIAL	HEAT TREAT	UNITS
9/9/98	CRS	NONE	IN.
DR	CK	DRAWING NO.	
JWD	GZ		
EDGE OF PAPER			

Figura 10.24: El cuadro de rotulación resume información esencial

rotulación es común para todos los dibujos producidos por una compañía específica, y en algunos casos es única para ese dibujo en particular.

El tipo de información que comúnmente se muestra en los cuadros de rotulación son:

1. Nombre de la compañía que utiliza el dibujo.
2. Nombre de la pieza que aparece en el dibujo.
3. La escala usada en el dibujo.
4. La tolerancia que será utilizada para fabricar la pieza.
5. Fecha en la cual fue finalizado el dibujo de la pieza.
6. Material que será utilizado para fabricar la pieza.
7. Tratamiento de calor de la pieza luego de su fabricación.
8. Unidades de medida que se utilizarán para fabricar la pieza.
9. Iniciales del individuo que realizó el dibujo.
10. Iniciales del individuo que revisó el dibujo.
11. Un número único que identifique el dibujo

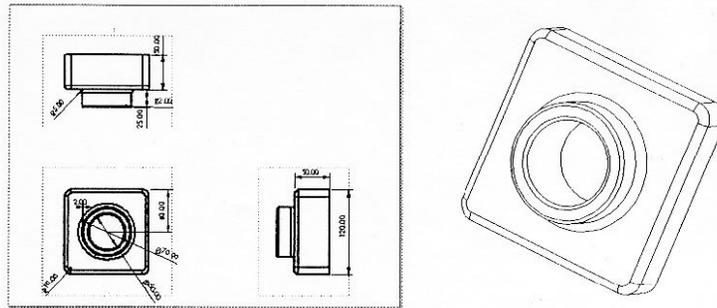


Figura 10.25: Dibujo 2D y un modelo "marco de alambre"

Los programas CAD usualmente poseen cuadros de rotulación predefinidos en los cuales el diseñador puede agregar información que es común para la mayoría de los dibujos e incorporar fácilmente información específica en un dibujo en particular. El formato del cuadro no es tan importante como la información que éste posee.

Diseño Asistido por Computador (CAD)

Históricamente los dibujos de ingeniería fueron hechos a mano y utilizando lápices, para que ellos pudiesen ser modificados. Luego debido a la precisión requerida, este trabajo empezó a tomar varias horas de trabajo cuidadoso y requirió la utilización de instrumentos de dibujo (por ejemplo, reglas, escuadras, compás, etc.) junto con una mesa especialmente acondicionada para el diseño. Los dibujos se volvieron difíciles de alterar, lo cual dificultó y desalentó la intención de optimizar un diseño. Muchos dibujos fueron hechos en vistas de 2-D, y las imágenes realistas de las piezas en 3-D fueron dejadas en mano de las fotografías o "ilustradores técnicos".

Uno de los primeros usos que se le dio a los computadores como herramienta de ingeniería fue simplemente automatizar el proceso de bosquejo. Los primeros programas CAD (por ejemplo, AutoCAD) tenían la capacidad de crear y conectar de manera precisa entidades como las líneas, círculos y arcos, en formato 2-D, y más tarde en un espacio en 3-D. Los modelos 3-D que podían ser creados estaban restringidos a estos elementos básicos, los cuales definían los bordes y la intersección de planos, y fueron llamados modelos de "marco de alambre".

Los avances recientes en los programas y dispositivos computacionales permiten que en vez de sólo mostrar los bordes de una pieza, ésta pueda ser representada como un completo sólido en 3-D, por medio de una representación digital en 3-D (figura 10.26). Esto ofrece grandes ventajas a los diseñadores, incluyendo la capacidad de realizar complejos "análisis de elementos finitos" para predecir fatigas y tensiones dentro de la pieza o flujos de calor a través de ella. Otra ventaja que ofrecen los modelos sólidos es la capacidad de ser producidos automáticamente por máquinas controladas por computador, esto es conocido como fabricación asistida por computador (CAM).

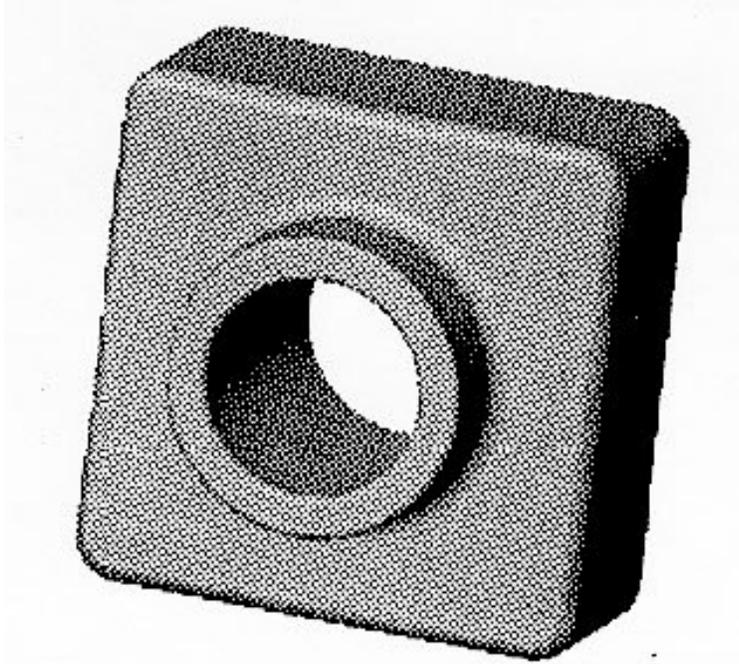


Figura 10.26: Modelo 3D del objeto mostrado en Figura 10.25

- Computer Aided Manufacturing).

El modelamiento de sólidos ha cambiado la manera en que trabajan los diseñadores. Ahora los diseñadores comienzan con un bosquejo, luego manipulan el bosquejo para crear formas, en seguida construyen piezas. Los dibujos en vistas 2-D son creados finalmente para documentar el resultado final del proceso de diseño.

SolidWorks 98®

Creado por los ingenieros de Parametric Technology Corporation (productores de ProEngineer®) y Autodesk (productores de AutoCAD®), SolidWorks es un programa de diseño mecánico automatizado que trabaja bajo una interfaz de Microsoft Windows®. Es extremadamente poderoso y relativamente simple de aprender a usar, si el diseñador está familiarizado con Windows. Esta sección muestra una amplia visión del paquete de software Solidworks. Para aprender a utilizar este programa, consulte su tutorial [3] o la guía del usuario [4]. Un usuario novato puede crear una pieza como la que se muestra en la figura 10.26 en menos de 40 minutos solo siguiendo el tutorial.

Un modelo SolidWorks en 3-D consiste en piezas, ensamblajes y dibujos (figura 10.27).

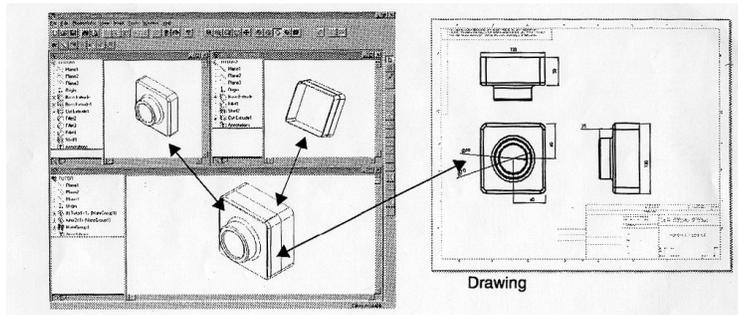


Figura 10.27: SolidWorks, dibujos y ensamblaje

Cualquier cambio hecho en alguna de estas representaciones es actualizado automáticamente en las demás.

- Una pieza es un solo elemento, completamente definido, hecho de un solo material. La creación de las piezas es el primer paso en el proceso de diseño.
- Un ensamblaje es una combinación de piezas que están conectadas como si fueran parte de un mismo sistema físico. Las piezas son unidas de acuerdo a su interacción cinética, lo cual define como se mueve cada pieza en relación a las otras. Esto permite que se pueda simular completamente un mecanismo en 3-D, así como chequear como se acoplarán cada una de las partes del ensamblaje actual.
- Un dibujo es la representación tradicional de las vistas en 2-D de una pieza o ensamblaje. Comúnmente contiene las dimensiones y otras informaciones (materia, tratamiento de calor, etc.) necesarias para fabricar la pieza.

Otras herramientas útiles incluidas en SolidWorks son:

- Creación de moldes a partir de modelos sólidos, los cuales podrían ser ocupados en la fabricación de piezas plásticas de producción masiva.
- Creación de piezas mediante el estampado y doblaje de láminas de metal (figura 10.28).
- Creación de interpretaciones realistas de un modelo.
- Las tablas de diseño, las cuales facilitan el diseño de piezas con rasgos similares, pero con diferentes dimensiones (figura 10.29).
- Modelamiento de ensamblajes formados por piezas soldadas.

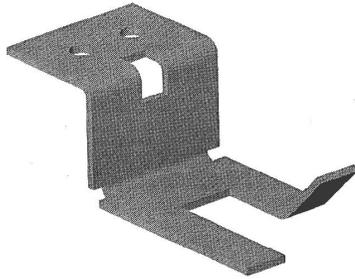


Figura 10.28: Pieza metálica modelada en SolidWorks

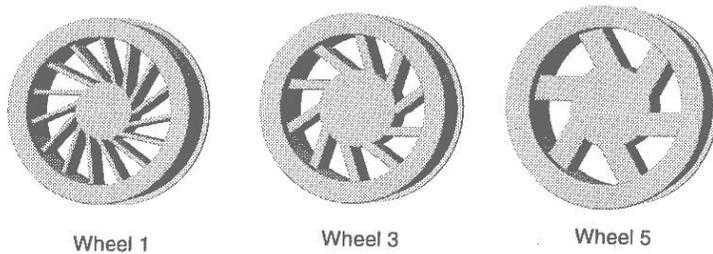


Figura 10.29: Familia de piezas modeladas a partir de una tabla de diseño

10.4. Referencias

1. Earle, J. H., Engineering Design Graphics, Addison Wesley, Reading, MA, 1983.
2. Powell, W. F., Perspective, Walter Foster Publishing, Laguna Hills, CA, 1989.
3. Learning to Use SolidWorks 98, SolidWorks Corporation, Concord, MA.
4. SolidWorks 98 User's Guide, SolidWorks Corporation, Concord, MA.