

# 02.

Capítulo segundo.

## Proyecciones A: Proyecciones Elementales.

Javier García Cano

Hernán Jagemann

Silvia Nemaric

José Privitera

Fernando Maggiolo

Débora Cerchiara

Carolina Sorzio

Fermín Amado

Antonella Simao

Lucas Domínguez

Marcos Figueroa

Gaspar Sobral

Natalí Guzman

Antonella Viglianco

Candela Delgado

### UBAfadu



FACULTAD DE ARQUITECTURA  
DISEÑO Y URBANISMO

## 200

1821 Universidad  
de Buenos Aires

SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN  
GEOMÉTRICA

**CÁTEDRA ARQ. GARCÍA CANO**

[www.catedragarciacano.com.ar](http://www.catedragarciacano.com.ar)

catedragc



@catedragc



Cátedra García Cano





# UBAfadu

FACULTAD DE ARQUITECTURA  
DISEÑO Y URBANISMO

## 200

1821 Universidad  
de Buenos Aires

Cátedra Arq. Prof. Javier García Cano  
Sistemas de Representación Geométrica  
**Año 2026**

<b>01. Sistemas de Proyecciones.....</b>	<b>03</b>
Victoria Kopelowicz	
<b>02. Entes fundamentales de la Geometría.....</b>	<b>06</b>
Jose A. Privitera	
<b>03. Planos y rectas característicos.....</b>	<b>10</b>
Jose A. Privitera	
<b>04.1. Valores de Línea.....</b>	<b>16</b>
<b>04.2 Dibujo con instrumental.....</b>	<b>17</b>
Federico Santinon	

Revision Editorial 2026-A:

Hernan Jagemann, Profesor Adjunto

Silvia Nemaric, Jefa de Trabajos Prácticos

José Privitera, Jefe de Trabajos Prácticos

Fernando Maggiolo, Jefe de Trabajos Prácticos

Matias Nola, Ayudante de Primera

Diseño Gráfico:

Ruga Diseño, Nomi Galanternik

## 01. SISTEMA DE PROYECCIONES

Victoria Kopelowicz

A lo largo del tiempo han existido reglas empíricas para la representación gráfica de los objetos pero es a partir del Renacimiento que dichos conocimientos aumentaron y se profundizaron, sobre todo aquellos relacionados con la perspectiva.

Fue Gaspard Monge (1746-1818) quien luego compiló y completó todas las reglas conocidas en un tratado, desarrollando aquello que conocemos como geometría descriptiva.

La geometría descriptiva es entonces la base teórica matemática del dibujo técnico y permite la representación de cualquier objeto tridimensional sobre una superficie bidimensional, como ser una hoja de papel.

Para obtener las distintas representaciones gráficas de un objeto, utilizamos el sistema de proyecciones que se basa en el concepto de reducir las tres dimensiones del objeto a las dos dimensiones del plano.

En dicho sistema intervienen siempre los mismos elementos:

A- **El objeto a representar**

B- **El punto de observación:** el punto desde el cual se observa el objeto. El observador puede estar infinitamente lejos como cerca del objeto.

C- **Las trazas de proyección:** van desde el objeto hacia el punto de observación.

D- **El plano de proyección:** es la superficie en la cual se proyecta el objeto.

De acuerdo a las características de cada uno de los elementos A, B, C y D como también a las relaciones entre sí, es que el sistema de proyecciones se particulariza y se obtienen las distintas representaciones gráficas.

El sistema de proyecciones se divide en dos grandes grupos:

**1. Las proyecciones cilíndricas.**

**2. Las proyecciones cónicas.**

### 1. Proyecciones cilíndricas

Son una construcción abstracta y se obtienen cuando el observador (B) se encuentra a una distancia infinitamente alejada del objeto (A) que permite considerar que las trazas proyectantes (C) son paralelas entre sí.

Las proyecciones cilíndricas se dividen a su vez en **proyecciones ortogonales** (1.1) y **proyecciones oblicuas** (1.2).

#### 1.1 Proyecciones cilíndricas ortogonales

Las trazas proyectantes (C) son paralelas entre sí pero perpendiculares respecto al plano de proyección (D).

Dos de sus principales tipos son:

- **Proyecciones y secciones verticales y horizontales** (cortes, cortes-vistas, vistas, escorzos / plantas, implantaciones)
- **Proyecciones axonométricas** (Isométricas).

En las **proyecciones y secciones verticales y horizontales**, las trazas proyectantes (C) son paralelas entre sí y perpendiculares al plano de proyección (D).

En este tipo de representación gráfica, debemos imaginar e interpretar al objeto a partir del desdoblamiento de las distintas proyecciones que obtenemos del mismo. Este sistema es conocido también como "Sistema Monge".

En las **proyecciones axonométricas**, las trazas proyectantes (C) son paralelas entre sí y perpendiculares al plano de proyección (D) pero no tienen relación con ningún plano dominante del objeto en cuestión (A).

En este tipo de representación gráfica, se interpreta con mayor facilidad al objeto porque vemos varias caras del mismo en una sola imagen.

Comúnmente utilizamos la Isométrica, un caso particular entre las axonometrías, en la cual tres de las caras principales del objeto guardan una misma inclinación con el plano de proyección y en consecuencia sus tres ejes en dicho plano (ancho, profundidad y alto) guardan entre sí una relación de  $120^\circ$  y mantienen la misma escala de medición.

## 1.2 Proyecciones cilíndricas oblicuas

Las trazas proyectantes (C) son paralelas entre sí pero resultan oblicuas respecto al plano de proyección (D).

Dentro de las **proyecciones oblicuas**, encontramos a las **proyecciones axonométricas** caballera y militar.

En ambas, las trazas proyectantes (C) son paralelas entre sí, oblicuas respecto al plano de proyección (D) y dicho plano se ubica en relación paralela con el plano dominante del objeto en cuestión (A).

La particularidad de estas representaciones gráficas respecto a las proyecciones axonométricas mencionadas anteriormente, resulta en que solo dos de sus ejes están paralelos al plano de proyección (D) manteniendo la misma escala de medición, y por ende el tercer eje presenta una escala de medición distinta/menor.

Resumiendo, las grandes características de las proyecciones cilíndricas son:

- El tamaño de la representación del objeto no depende de su distancia al observador, con lo cual la representación mantiene las proporciones del original y se puede medir directamente sobre ésta (en el caso de las proyecciones axonométricas se deberá conocer el coeficiente de reducción).
- Las líneas que son paralelas en el objeto, son paralelas en la representación del mismo.
- En tanto las proyecciones y secciones verticales y horizontales representan con precisión al objeto, las axonometrías presentan ambigüedades (en especial las Isométricas), aprovechada por distintos artistas para crear objetos imposibles.

## 2. Proyecciones cónicas

En el caso de las proyecciones cónicas, las trazas (C) no son paralelas entre sí sino que convergen en un punto que representa el punto de vista del observador (B).

Cuando las trazas (C) intersectan al plano de proyección (D), la imagen que se inscribe es muy aproximada a la que veríamos con nuestros propios ojos.

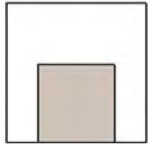
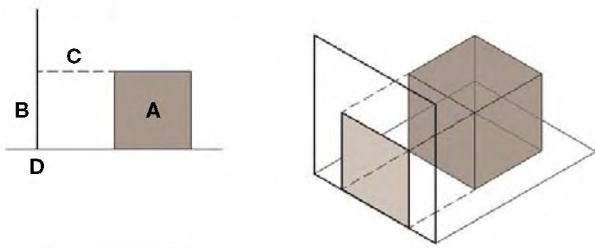
A diferencia de las proyecciones cilíndricas, no podemos medir sobre ellas directamente. La relación de tamaño entre los elementos es proporcional y está en función de la distancia del observador al objeto.

Bibliografía:

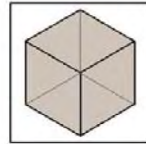
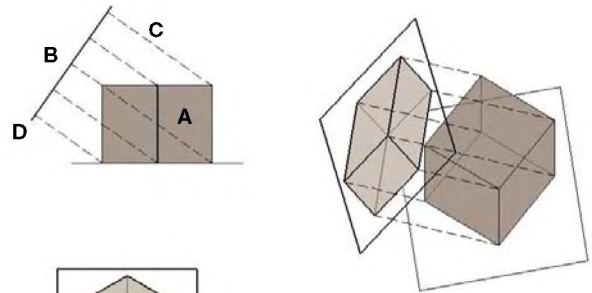
- Geometría Descriptiva, Donato Di Pietro, Editorial Alsina, 1981
- Perspective and other optical illusions, Phoebe Mc Naughton, Walker, 2007
- Método Monge, Proyecciones Ortogonales Concertadas, Patricia Muñoz, Cátedra de Morfología, Diseño Industrial, FADU UBA
- [www.studiomaven.org](http://www.studiomaven.org)

# 1. PROYECCIONES CILÍNDRICAS

## 1.1 ORTOGONALES

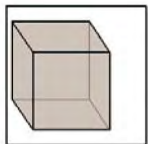
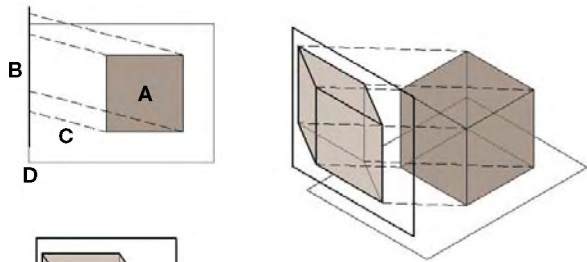


PROYECCIONES Y SECCIONES VERTICALES Y HORIZONTALES



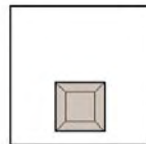
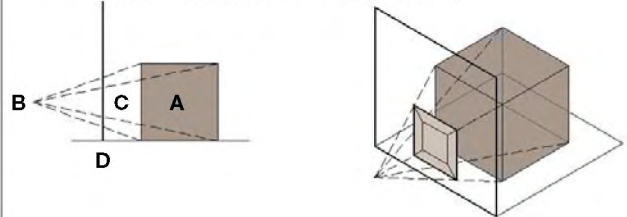
PROYECCIONES AXONOMÉTRICAS Isométrica

## 1.2 OBLÍCUAS



PROYECCIONES AXONOMÉTRICAS Militar y Caballera

## 2. PROYECCIONES CÓNICAS



PERSPECTIVAS

## 02. ENTES FUNDAMENTALES DE LA GEOMETRÍA

José Privitera

### Punto

*“Pese a no tener escala, indica un punto de energía dentro del campo visual. El ojo humano es capaz de interpretar una trama puntual como algo entrelazado por líneas invisibles de fuerza que, construidas visualmente, permiten componer imágenes identificables” Tom Porter*

En geometría euclidiana, el punto es un ente fundamental. Se lo considera un concepto primario, su equivalente en álgebra es la noción del valor cero. Es útil para la elaboración de hipótesis de todo tipo y en cualquier campo del conocimiento. No posee dimensiones, no tiene color, textura. El único atributo posible es su posición en el espacio, siempre y cuando exista un sistema referencial de coordenadas preestablecido.

Postulados:

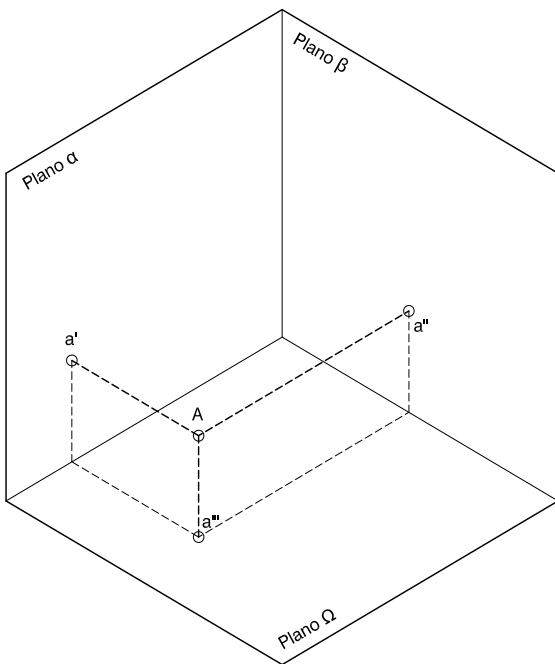
Por un punto pasan infinitas rectas y planos.

Un punto ocupa un único espacio geométrico.

Existen infinitos puntos en el espacio.

Los puntos pueden representarse como un simple punzonado del instrumento de dibujo sobre el soporte, un par de rectas que se cruzan, o un pequeño círculo de trazo fino.

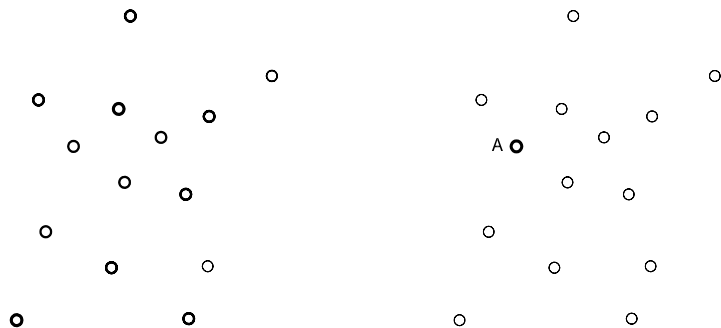
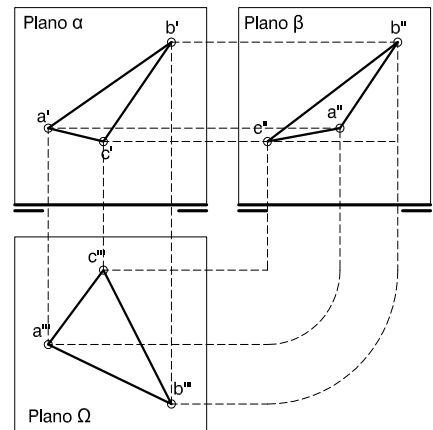
A los puntos se les suele nombrar con una letra del alfabeto minúscula.



Plano  $\alpha$   
Proyección vertical del punto a, representado por el punto  $a'$  en el plano  $\alpha$  (vista frontal)

Plano  $\beta$   
Proyección vertical del punto a, representado por los puntos  $a''$  en el plano  $\beta$  (vista lateral)

Plano  $\Omega$   
Proyección horizontal del punto a, representado por los puntos  $a'''$  en el plano  $\Omega$  (planta)



Un punto es un ente ideal adimensional

En el espacio geométrico hay infinitos puntos

Un punto ocupa un único lugar en el espacio

## Recta

“Las líneas generan expresividad. Pueden parecer “vagas” e indolentes, pero, de trazarlas con sensibilidad, se colman de tensión. Aunque esta clase de líneas tiene escasa relación con la percepción mental y visual, no es menos cierto que la delineación de ideas y objetos es un convenio gráfico universalmente aceptado como medio de comunicación”. Tom Porter

En geometría euclidiana, la recta es el conjunto de puntos ideales definido por una secuencia infinita en una sola dirección y a la que se le atribuye una sola dimensión. Puede subdividirse en infinitas partes denominadas segmentos (distancia mínima entre dos puntos co-lineares en el espacio). Una semi-recta tiene la particularidad de tener un punto de comienzo.

Para definir la posición de un segmento en el espacio son suficientes dos puntos. Con dos puntos también se determina la dirección de la recta a la que el segmento pertenece.

Postulados:

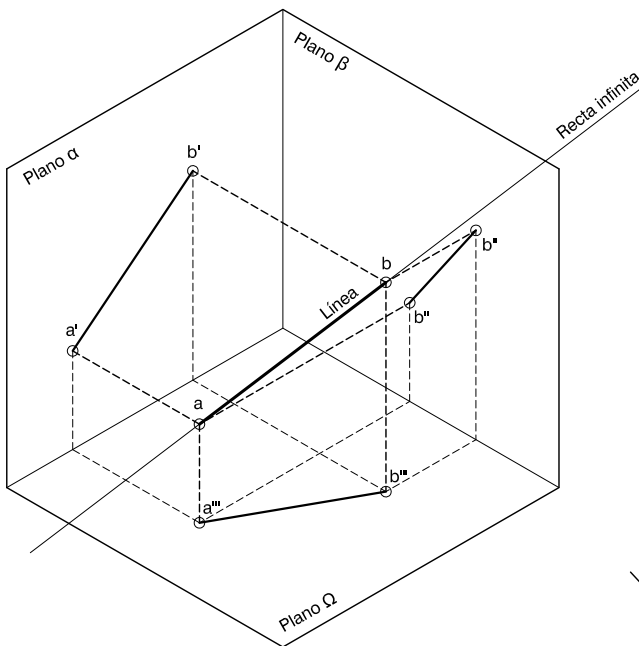
Una única recta se define por dos puntos.

Una recta contiene infinitos puntos.

Infinitas rectas pueden compartir un mismo punto.

Las rectas suelen representarse gráficamente con un valor fino, pasado de sus bordes naturales (segmentos), para indicar que el dibujo es una parte de una pieza infinita.

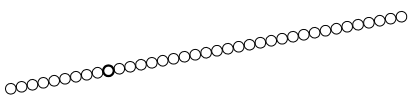
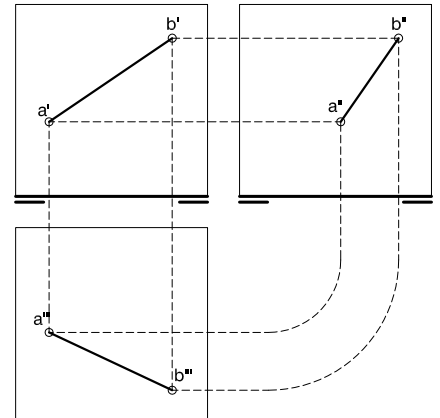
Las líneas suelen nombrarse con una letra del alfabeto minúscula.



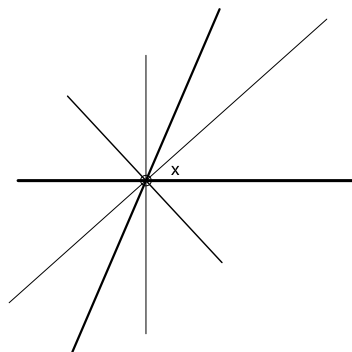
Plano  $\alpha$   
Proyección vertical de la línea  $ab$ , representada por los puntos  $a'b'$  en el plano  $\alpha$  (vista frontal)

Plano  $\beta$   
Proyección vertical de la línea  $ab$ , representada por los puntos  $a''b''$  en el plano  $\beta$  (vista lateral)

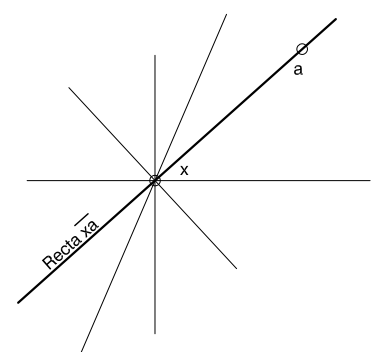
Plano  $\Omega$   
Proyección horizontal de la línea  $ab$ , representada por los puntos  $a'''b'''$  en el plano  $\Omega$  (planta)



Secuencia infinita de puntos en una sola dirección



Infinitas rectas pasan por el punto  $x$



Una sola recta pasan por el punto  $x$  y por  $a$

## Plano

“Finalmente, he acabado por comprender que la geometría es el núcleo de todo sentimiento y que cada expresión del sentimiento se origina con un movimiento dirigido por la geometría. La geometría es omnipresente en la naturaleza: he aquí el verdadero concierto de la naturaleza”. Auguste Rodin

En geometría euclidiana, el plano es un conjunto de puntos definido por una secuencia infinita en dos direcciones y se le atribuyen en consecuencia para identificarlo y ordenarlo, dos dimensiones posibles. Puede subdividirse en infinitas partes denominadas caras o regiones (superficie mínima entre puntos coplanares en el espacio). Un semiplano tiene la particularidad de tener una recta de comienzo.

Postulados:

Un único un plano se define con tres puntos no alineados.

Un único plano se define al interceptar dos rectas.

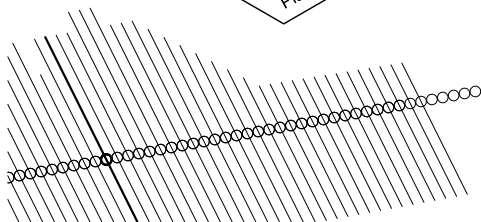
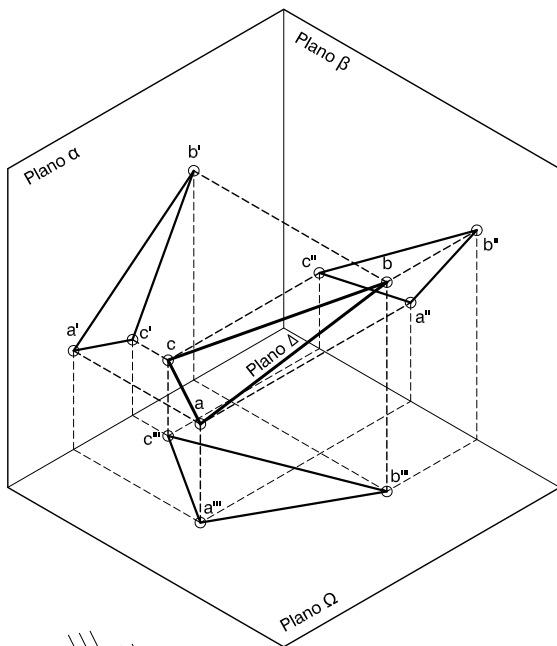
Un único plano se define con dos rectas paralelas.

Un único plano se define entre una recta y un punto exterior a la misma.

Un plano contiene infinitos puntos e infinitas rectas.

Suele representarse gráficamente y para su mejor visualización, como una figura delimitada por bordes irregulares indicando que el dibujo es una parte de una superficie infinita.

Los planos suelen nombrarse con una letra del alfabeto griego.

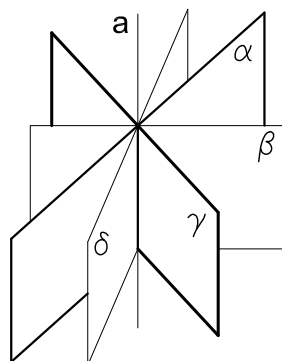
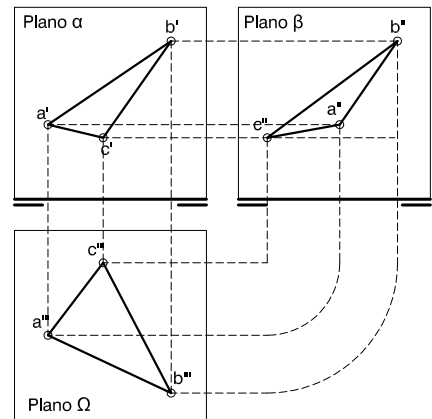


Secuencia infinita de rectas en una sola dirección

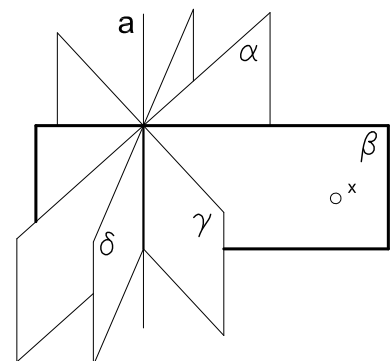
Plano  $\alpha$   
Proyección vertical del plano abc, representada por los puntos  $a'b'c'$  en el plano  $\alpha$  (vista frontal)

Plano  $\beta$   
Proyección vertical del plano abc, representada por los puntos  $a''b''c''$  en el plano  $\beta$  (vista lateral)

Plano  $\Omega$   
Proyección horizontal del plano abc, representada por los puntos  $a'''b'''c'''$  en el plano  $\Omega$  (planta)



Infinitos planos pasan por la recta a



Un solo plano contiene a la recta a y al punto x

**Poliedro**

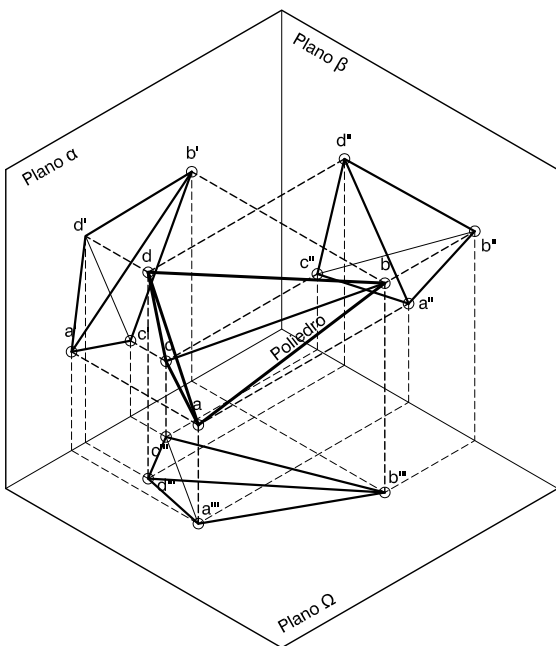
“Se hace la ciencia con hechos como una casa con piedras, pero una acumulación de hechos no es una ciencia, lo mismo que un montón de piedras no es una casa”. Jules Henri Poincaré

En geometría euclidiana, un poliedro es un conjunto de puntos definido por una secuencia infinita en tres direcciones y al que se le atribuyen en consecuencia para identificarlo y ordenarlo, tres dimensiones. Es en sí mismo una parte del espacio geométrico, por lo que un poliedro no puede ser infinito, puede subdividirse en infinitas partes pero siempre serán interiores o circunscriptas por el perímetro de algún poliedro más abarcativo. La palabra poliedro tiene por significado la noción de múltiples caras y existen infinitos poliedros de forma irregulares. En cambio solamente cinco poliedros cumplen con las condición de tener una superficie convexa y que todas sus caras constituyan polígonos regulares, estos son denominados “sólidos platónicos” Hay también otra variedad denominada semi regular en la que se combinan polígonos regulares de distinta naturaleza.

**Postulados:**

- En un poliedro sus caras se definen por polígonos.
- En un poliedro siempre se interceptan dos caras y definen una arista.
- En un poliedro siempre se interceptan al menos tres aristas y definen un vértice.
- En un vértice, el número de orden lo define la cantidad de aristas concurrentes en él.

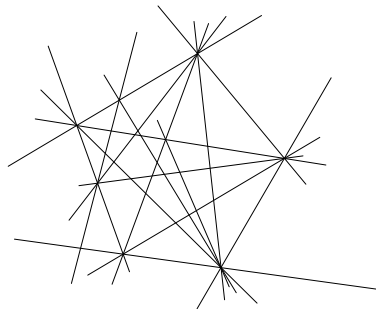
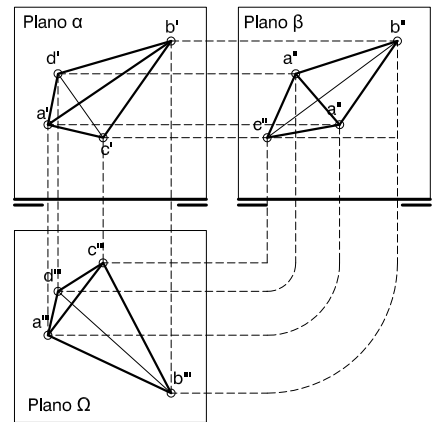
Para representar un poliedro es necesario el empleo de líneas de distinto grosor o valoraciones de planos por grafismos para destacar su volumetría. Los poliedros se denominan por el número de caras que lo conforman.



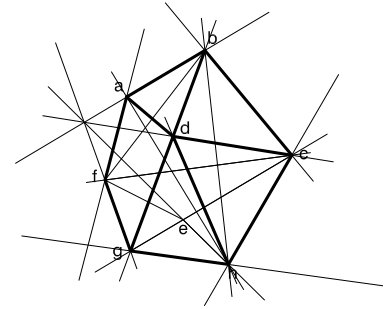
Plano  $\alpha$   
Proyección vertical del poliedro abcd, representada por los puntos  $a'b'c'd'$  en el plano  $\alpha$  (vista frontal)

Plano  $\beta$   
Proyección vertical del poliedro abcd, representada por los puntos  $a''b''c''d''$  en el plano  $\beta$  (vista lateral)

Plano  $\Omega$   
Proyección horizontal del poliedro abcd, representada por los puntos  $a''b''c''d''$  en el plano  $\Omega$  (planta)



cada recta equivale a dos planos que se intersectan



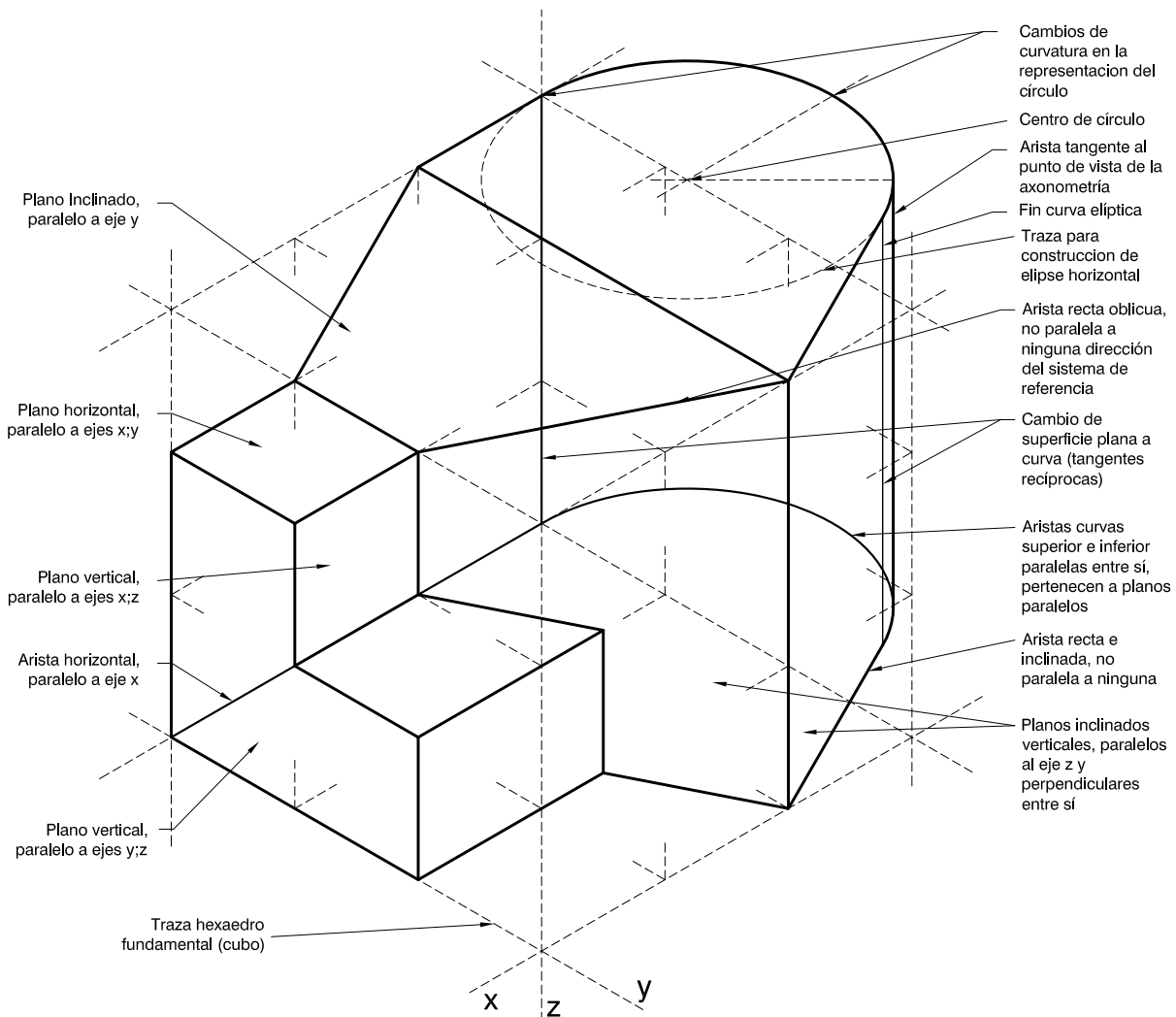
Un poliedro de 11 caras (endecaedro)

### 03. PLANOS Y RECTAS CARACTERÍSTICOS

Por José A. Privitera

El sistema de referencias que se emplea para las representaciones necesita de una consideración rigurosa con respecto a las direcciones en las que se proyecta un cuerpo sobre un plano. Geométricamente un punto puede “trasladarse” en infinitas direcciones y en consecuencia a infinitos planos de proyección. Esta característica, puramente geométrica, no siempre aporta claridad a un dibujo y es fundamental tener presente en cual dirección exacta estamos “construyendo” o “interpretando” un dibujo para lograr la expresividad buscada.

Cada plano o recta tendrá una denominación particular que definirá quién dibuja respetando una estructura común del lenguaje gráfico. Arriba, abajo, horizontal, vertical, oblicuo, lateral, inclinado, son expresiones de posición con respecto al sistema referencial. Al dibujar un objeto estamos conjugando sus partes dentro de este sistema de referencia por lo que es fundamental mantenerse ubicado espacialmente.



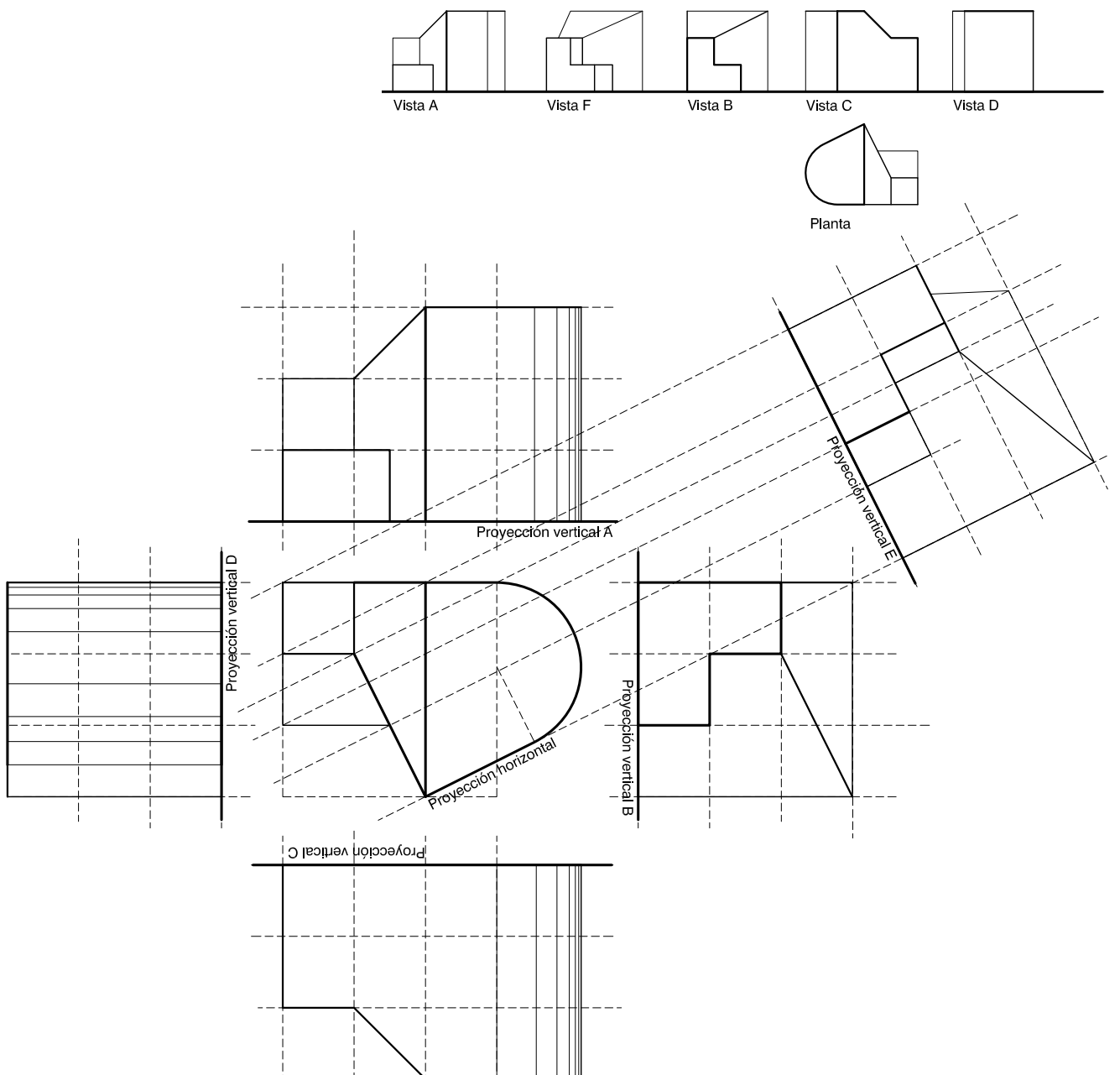
#### Planos de proyección vertical y horizontal

En arquitectura las proyecciones horizontales hacia abajo se denominan coloquialmente como “plantas”, se trata de planos de proyección que intersectan al objeto y “miran” de arriba hacia abajo. Cuando la expresividad de bóvedas y cielorrasos sean definitorios del carácter de los espacios representados, estos planos de proyección se emplearán a la inversa, es decir, planos de intersección horizontales de abajo hacia arriba. Si el plano horizontal no intersecta al objeto ofrece una “visión” exterior del cuerpo por lo general denominada planta de techos.

Los planos de proyección en posición vertical llevan el nombre coloquial de “vistas” y pueden obtenerse infinitas proyecciones de este tipo. Son “visiones” del cuerpo que tanto pueden ser exteriores, interiores, frontales, laterales o incluso escorzadas.

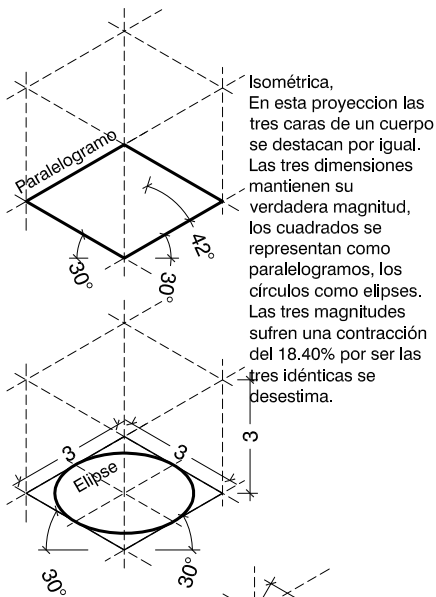
Cada objeto responde a una geometría propia en la que se destacan direcciones dominantes por sobre otras, estas características definen las posiciones de los planos a emplear para su representación.

Se procurará resolver aquellas “vistas” que tengan una mayor utilidad de medición dependiendo de la proporción de paralelismo con el plano de proyección.

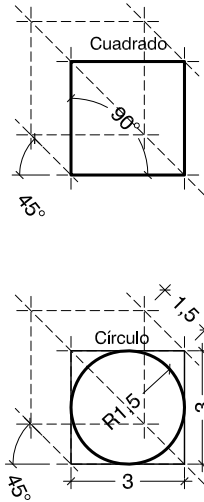


## Planos de proyecciones oblicuos o inclinados

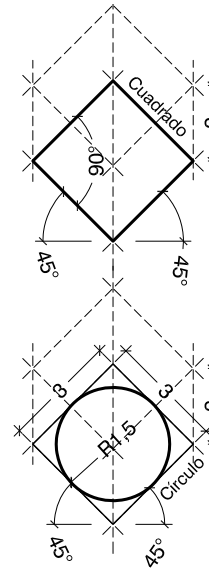
Para representar un cuerpo en una forma más “realista” donde se perciban las magnitudes del espacio tridimensional, pueden emplearse planos de proyección inclinados u oblicuos. En estas construcciones el objeto se percibe volumétricamente y puede vincularse la información relativa a cada una de las caras de manera inmediata. Estas proyecciones se denominan axonometrías y existen tres tipos principales.



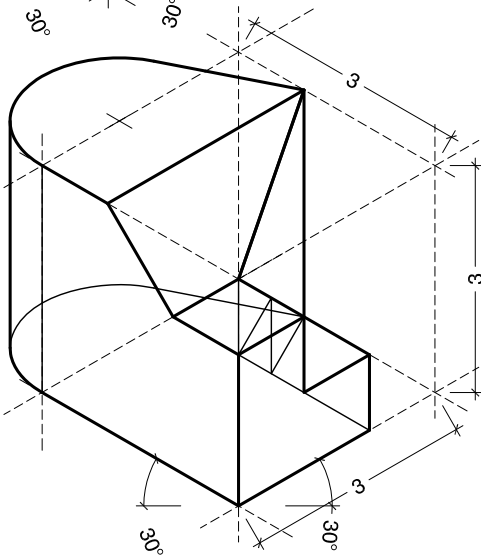
**Isométrica.**  
En esta proyección las tres caras de un cuerpo se destacan por igual. Las tres dimensiones mantienen su verdadera magnitud, los cuadrados se representan como paralelogramos, los círculos como elipses. Las tres magnitudes sufren una contracción del 18.40% por ser las tres idénticas se desestima.



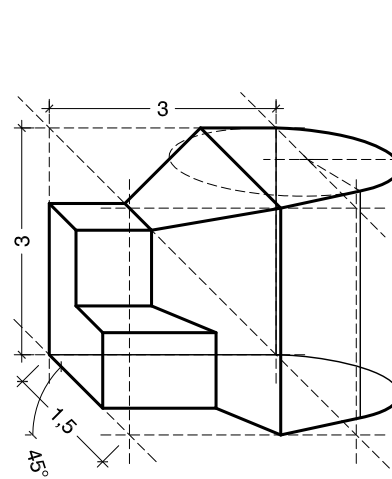
**Caballera.**  
En esta construcción, se destacan los planos horizontales por sobre los verticales. Las dimensiones de ancho y alto se mantienen en su verdadera magnitud, se respetan los ángulos relacionados a estos planos. Los cuadrados y círculos se representan como tales. Las profundidades sufren una contracción del 50%



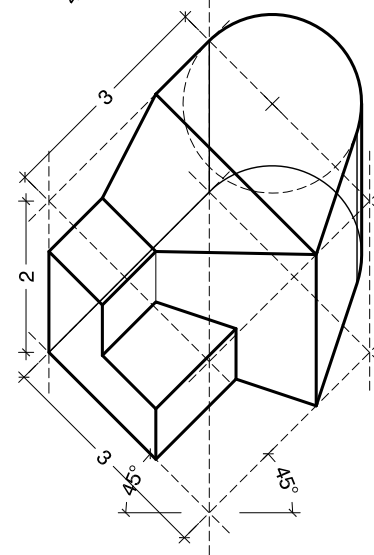
**Militar.**  
En esta construcción, se destacan los planos horizontales por sobre los verticales. Las dimensiones de ancho y profundidad se mantienen en su verdadera magnitud, se respetan los ángulos relacionados a estos planos. Los cuadrados y círculos se representan como tales. Las alturas sufren una contracción del 30%



Axonometría Isométrica



Axonometría Dimétrica o Caballera



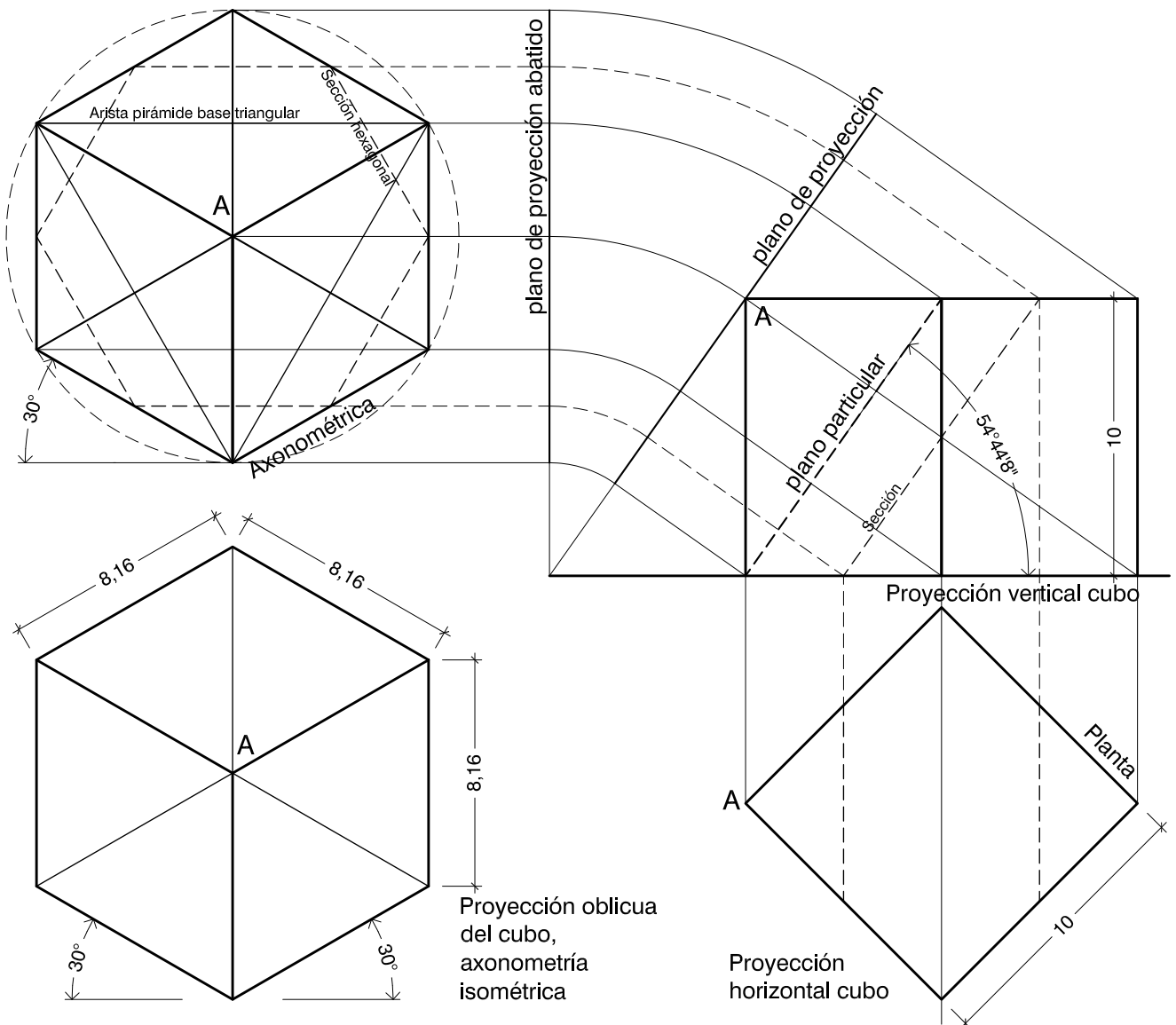
Axonometría Dimétrica o Militar

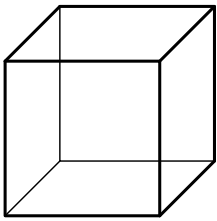
## Resolución de las proyecciones Dimétricas

Las axonometrías dimétricas (militar y caballera) son el resultado de una construcción gráfica cuyo origen no es un plano de proyección, como son las vistas, plantas o escorzos. Se trata de un sistema forzado de representación de la tridimensionalidad y su principal virtud es que dos magnitudes de las tres posibles se encuentran en su verdadera magnitud y conservan sus relaciones angulares. Es decir, que un ángulo de noventa grados en los planos elegidos como base para la construcción de la axonometría se representará como tal. La tercera magnitud restante sufrirá una contracción que busca que la representación del objeto no se vea “distorsionada”, siendo el valor de esta contracción una convención del sistema. Se verá que existen en realidad infinitas formas de dibujar axonometrías dimétricas donde los ángulos y contracciones serán una función de la intención expresiva buscada. Este tipo de construcciones se emplean fundamentalmente por su rapidez de resolución al emplear las plantas o vistas de un objeto, a su vez las curvas son segmentos de círculos, por lo que se pueden representar con el auxilio del compás.

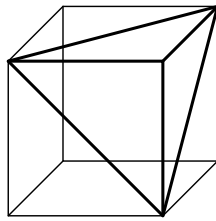
## Resolución de la proyección isométrica

El plano de proyección oblicua que da por resultado la construcción de la axonometría isométrica surge de una disposición muy particular que permite una contracción equivalente para las tres direcciones básicas cartesianas. Este punto de vista único (perspectiva) es el que define los  $30^\circ$  de inclinación con la que se inicia esta proyección y cuya característica fundamental es lograr la equivalencia en las tres dimensiones. Para identificar el plano de proyección que cumpla estas condiciones es posible pensar en un plano que seccione un cubo y tenga por resultado una pirámide, cuyas aristas al vértice superior tengan iguales dimensiones. La base triangular de esta pirámide se obtiene uniendo los tres vértices del cubo. Esta sección libera tres aristas completas. Si se proyecta en dirección perpendicular a este plano, se obtienen las bases de la proyección isométrica. En este caso las aristas originales del cubo sufrirán una contracción del 18,3503419%. Es decir que si en el objeto miden una unidad, en la axonometría resultante medirán 0,816496581 de esa unidad. Esta reducción a su vez es la función trigonométrica seno del ángulo  $54^\circ 44' 8,1971''$  que es el específico del plano interceptante inicial. Como se trata de contracciones idénticas para cada una de las direcciones se desestima esta contracción y se construye la axonometría con unidades enteras. El ángulo de  $30^\circ$  surge de la proyección de las aristas de la base del cubo en esta particular construcción.

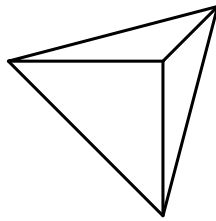




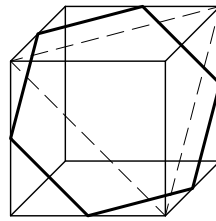
Cubo en axo dimétrica



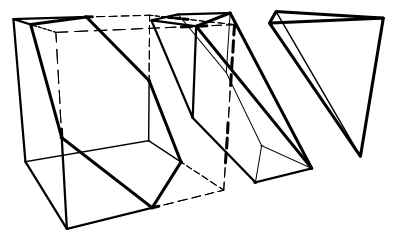
Intersección con plano particular



Pirámide de aristas iguales



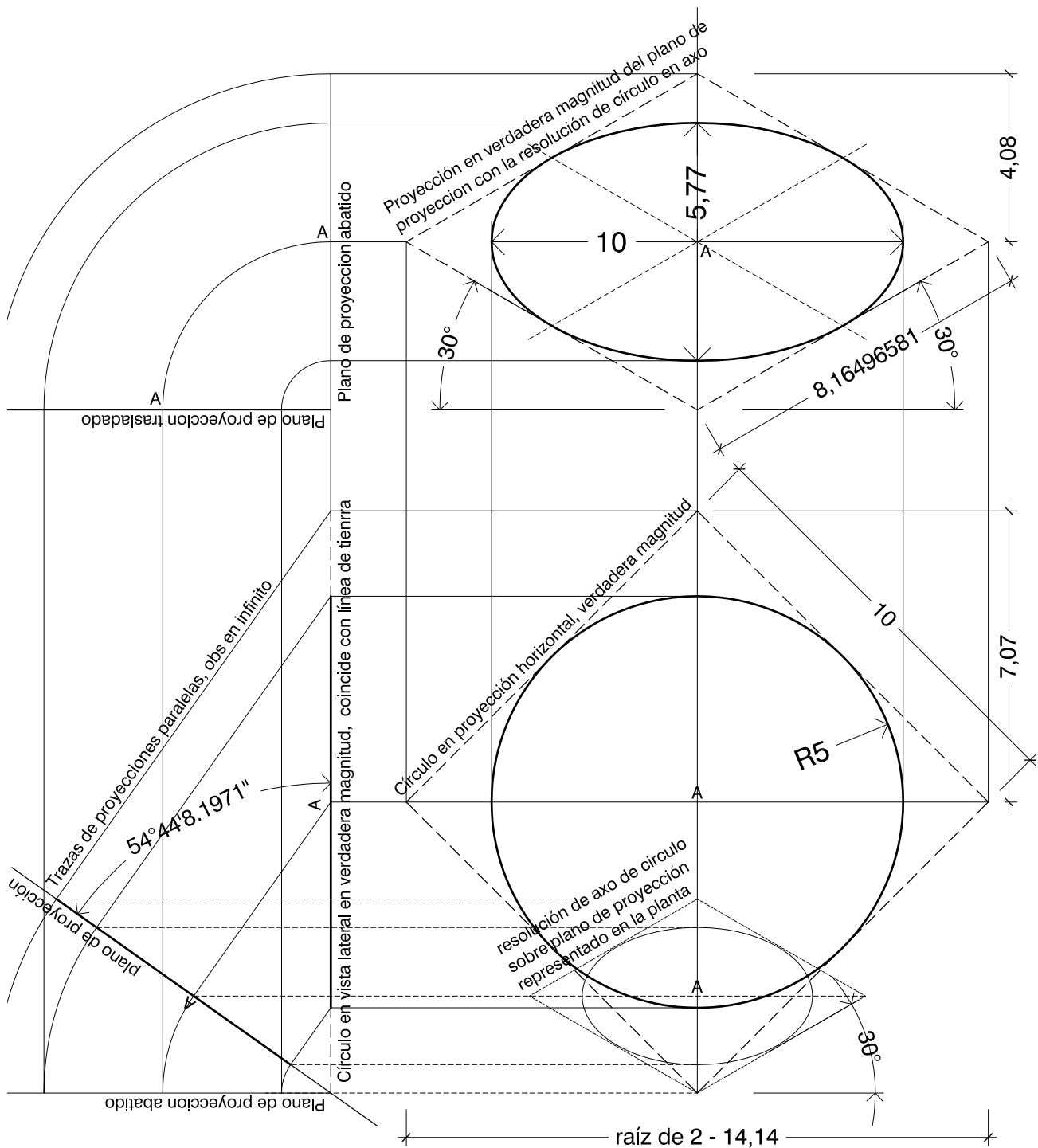
Intersección a mitad de los lados



Despiece en perspectiva de 3PF

### Reducciones para un círculo en proyección isométrica:

en este planteo se determina la reducción que sufre un círculo en plano horizontal cuando es proyectado en una axonometría isométrica.

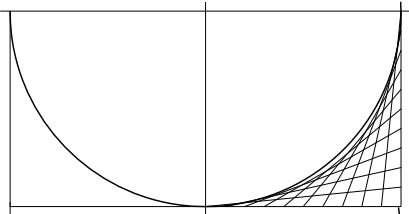
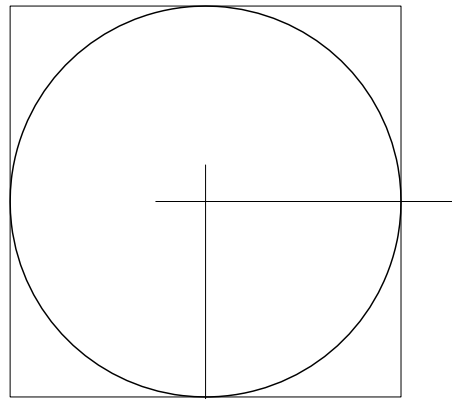


## Construcción de curvas, método de tangentes

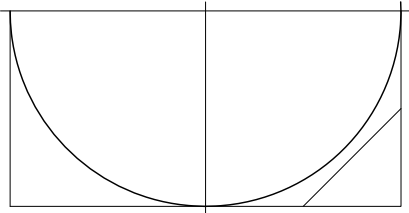
Para la construcción de curvas complejas se puede emplear el método de la subdivisión de rectas tangentes.

La recta tangente es una expresión geométrica que define una única recta (infinita en longitud) que tiene contacto con una curva en un único punto, es una particularidad geométrica que “acaricia” la curvatura proporcionando continuidad formal ininterrumpida, la perpendicular a esta recta y que nace en el punto en común, pasa también por el centro de la curva analizada.

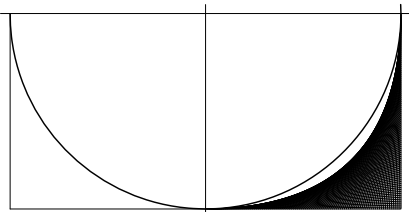
Al identificar las rectas tangentes en la posición inicial y final de la curva y luego subdividir las partes iguales, se podrán emplear rectas auxiliares que se unirán en orden descendente de un lado al otro. A medida que aumenta el número de rectas auxiliares, NO aumenta la precisión de la curva lograda. Resulta entonces una curva óptima de la subdivisión en cuatro partes considerando como referencia la intersección de las rectas auxiliares entre sí para la construcción de la curva buscada.



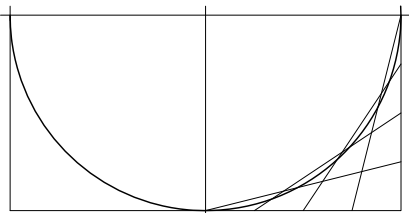
Subdivisión en 10 partes por lado



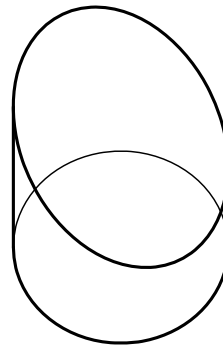
Subdivisión en 2 partes por lado



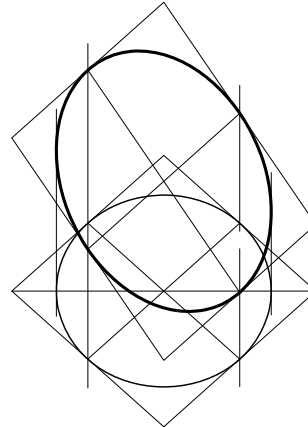
Subdivisión en 100 partes por lado



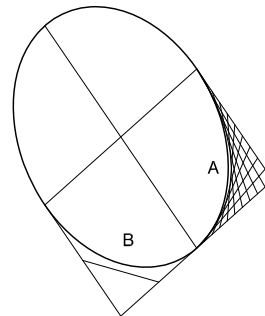
Subdivisión en 4 partes por lado



Representación de un cilindro con corte de plano inclinado en axonométrica

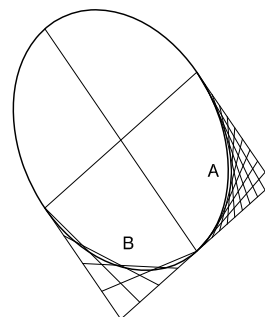


Estructura de líneas auxiliares necesarias para su construcción



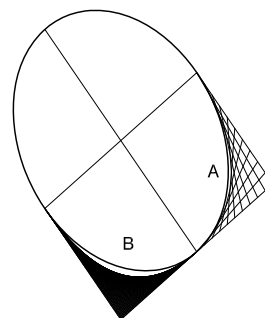
Curva A, Subdivisión en 10 partes por lado

Curva B, Subdivisión en 2 partes por lado



Curva A, Subdivisión en 10 partes por lado

Curva B, Subdivisión en 4 partes por lado



Curva A, Subdivisión en 10 partes por lado

Curva B, Subdivisión en 100 partes por lado

#### 04.1 VALORES DE LÍNEA

Una guía y una lista de verificación rápida.

Los valores de línea se utilizan para identificar diferente tipo de información en un dibujo. Existen criterios de utilización de los valores de línea, pero el más importante es la intuición. Cuánto más natural se sienta la representación para quien está dibujando, más fácilmente será interpretada por quien mira el dibujo. A continuación, algunos criterios básicos:

#### GRUESO <.....> FINO

<b>Proximidad</b> <i>¿Cuán cerca está?</i>	Cercano	A media distancia	Lejano
<b>Materialidad</b> <i>¿Cuán visual o físicamente pesado es?</i>	Pesado (Homigón, mampostería)		Liviano (Vidrio, telas)
<b>Aristas, Contornos y Superficies</b> <i>¿Cómo se relacionan con las otras líneas alrededor?</i>	Contorno (silueta)	Arista (o Vértices)	Superficies

Extraído de [www.portico.space/journal//line-weight-for-architects](http://www.portico.space/journal//line-weight-for-architects)

Una lista de verificación rápida para asegurarnos rápidamente que nuestro dibujo esté expresando lo que queremos comunicar, siendo claro y legible

- ¿Hay al menos cuatro valores de línea?
- ¿Qué es lo primero que se nota del dibujo? ¿es lo que pretendías?
- ¿Tiene sentido el dibujo?
- ¿Hay un balance entre lo claro y lo oscuro?
- ¿Te das cuenta de lo que está siendo cortado?
- ¿Te das cuenta de lo que está cerca? ¿y de lo distante?
- ¿Se nota la diferencia entre diferentes líneas? (por ejemplo una línea de corte con una vista)
- ¿Es claramente visible todo lo que necesita ser visto?
- ¿Los distintos elementos se diferencian usando varios tipos de línea, valores, escala de grises o colores? Si no, ¿es claro visualmente que lo diferente es diferente?
- ¿Fui consistente?
- ¿Usaste el mismo tipo de línea para elementos iguales o similares en todo el dibujo/dibujos?
- ¿Falta algo?

## 01.1 DIBUJO CON INSTRUMENTAL

por Federico Santinon

Ilustraciones de Fernando Maggiolo y Federico Santinón

Dibujar es una forma de comunicar ideas, imágenes, sentimientos, mediante un lenguaje gráfico preestablecido que se ajusta a un código, o que es absoluta creación del autor. Esto último se aproxima más al dibujo artístico que al dibujo técnico, el cual tiene por objetivo la representación de un objeto con la mayor precisión posible en relación a su forma y dimensiones. El dibujo es un documento gráfico que se produce manualmente (en la actualidad se produce también asistido por computadora, sistema al cual denominamos C.A.D. que quiere decir *Computer Aided Design*), o Información de Modelado del edificio que denominamos BIM (Building Information Modeling) y constituyen herramientas de expresión y comunicación. Son lenguajes a través del cual cada autor realiza un proceso de observación, reflexión y representación de lo que quiere comunicar. Es una instancia ineludible dentro del proceso proyectual, ya sea de una obra de arquitectura como de cualquier objeto que requiera un proceso de diseño. El dibujo es la expresión universal mediante la cual se comunica un arquitecto.

Los primeros dibujos de los que se tiene conocimiento se realizaron en la prehistoria y son los denominados “dibujos rupestres” –en latín “Rupe” significa roca– y datan de hace 35.000 años aproximadamente. Son dibujos realizados por el hombre utilizando como soporte la roca, en la cual pintaban o grababan escenas o fragmentos de su vida cotidiana. Estos dibujos reflejan la capacidad intelectual del hombre para representar de forma abstracta, su entorno y sus vivencias, dejando registrada en el tiempo valiosa información de su forma y medios de vida.

Para llevar a cabo el procedimiento de la representación, se deben tener en cuenta los medios que permitan producir los dibujos, estos son el *soporte* y el *instrumental*.

**Soporte:** consiste en el material sobre el cual se va a plasmar el dibujo, que puede ser papel los hay de diversos tipos y gramajes según se los utilice con tinta o lápiz para dibujar y también puede utilizarse tela, cueros o rocas, es decir, cualquier superficie pueda quedar marcada por medio de rozamiento, teñido o grabado, dando lugar al dibujo.

**Instrumental:** abarca dos grupos: por un lado el de trazo, con el cual se puede definir la imagen (carbonillas, lápices, tizas, plumas, etc.); y por el otro el instrumental auxiliar, que son los elementos que ayudan a aumentar la precisión del trazado del dibujo. Dentro de este conjunto se destacan las escuadras –las hay con ángulos de 30°, 60° y de 45°– y también el compás, el escalímetro, la goma, etc.

### Qué debemos tener en cuenta al dibujar

Como se mencionó anteriormente, el dibujo se realiza sobre una superficie que se denomina soporte. En el caso del dibujo técnico, el que se utiliza con mayor frecuencia es el papel.

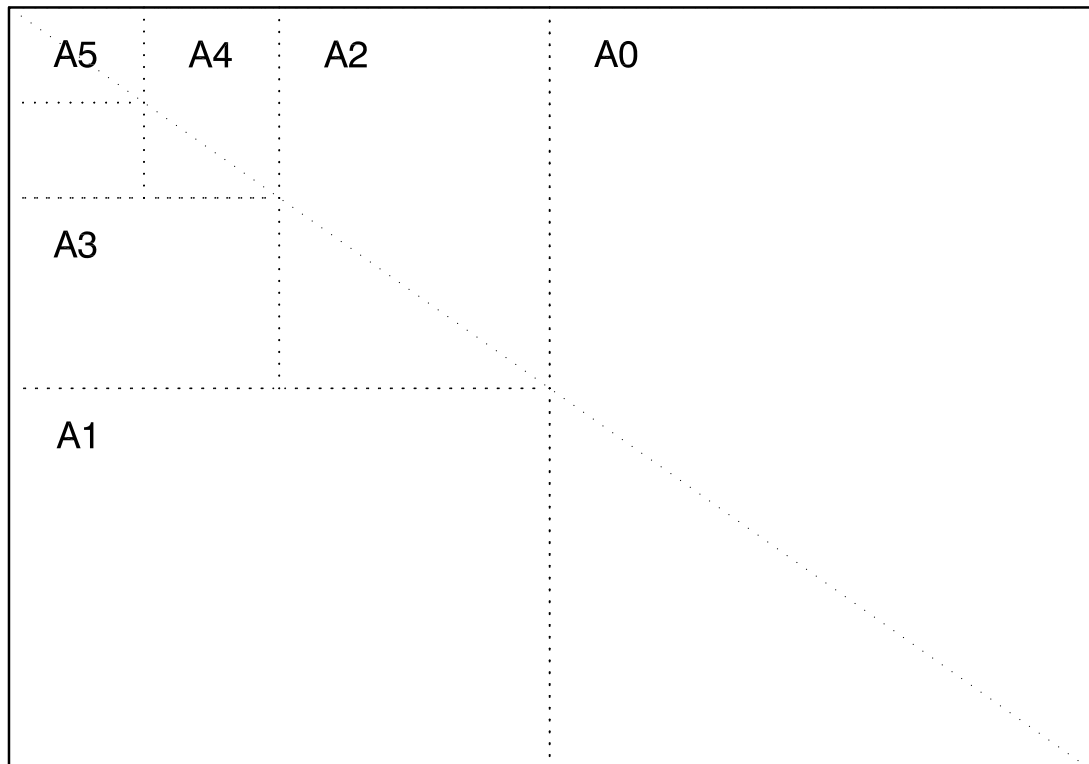
Existen diversos tipos de papeles variando su *gramaje* (que indica el peso en gramos por m<sup>2</sup>), su textura (puede ser rugosa o lisa), su acabado superficial (opaco o satinado) y su tonalidad, que las hay muy variadas.

La elección del tipo de papel se hace en función de la técnica de dibujo que se va a utilizar, y según el acabado que el dibujante desee. Los tipos de papel usados con mayor frecuencia son:

- Papel opaco con leve textura. (Recomendado para dibujo con lápiz)
- Papel opaco de superficie lisa. (Recomendado para dibujo con lápiz o tinta)
- Papel satinado de superficie lisa. (Recomendado para dibujo con tinta)
- Papel transparente o calco.

Otra variable muy importante del papel es el tamaño y su elección va a depender de las dimensiones del dibujo. El papel puede ser continuo en rollos o en

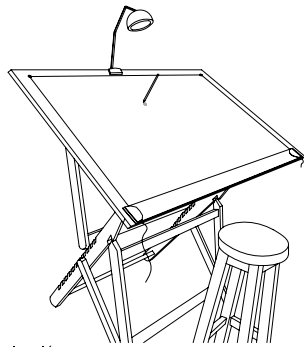
bobinas, de ancho y longitud variables, mayormente utilizado en impresoras; o en formato normalizado cuya unidad de serie se denomina A0 y consiste en una hoja de 1m<sup>2</sup> (841mm x 1189mm), de la cual derivan los formatos A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8. Estos surgen por doblado transversal del inmediato superior; por ejemplo, al plegar una hoja de formato A3 por el punto medio de su lado mayor, obtenemos una hoja de formato A4).



Antes de comenzar a dibujar, se deben tomar ciertas precauciones y cuidados con el instrumental, con el soporte e incluso con las propias manos del dibujante. El lugar de trabajo tiene que estar libre de polvos y de humedad, tener una iluminación con intensidad suficiente para ver sin forzar la visión. La luz debe ser areja sobre toda la superficie de trabajo y hay que evitar la proyección de sombras.

Es conveniente que el papel sobre el que se va a trabajar se encuentre en un estado óptimo, libre de manchas y arrugas. Se fija a la superficie de dibujo bien extendido y sujeto en los cuatro vértices por cinta de papel (esta cinta permite retirarla sin dañar ni manchar la hoja).

La superficie donde se fija la hoja de dibujo tendrá que ser acorde al tamaño de la hoja con la cual se trabaja, es decir que las dimensiones de la hoja no excedan las de la superficie de trabajo, que debe ser perfectamente lisa y no presentar ralladuras o desniveles que dificulten el trazado del dibujo. Debe verificarse también que esté limpia y seca, para evitar arruinar la hoja de dibujo al fijarla. En el mercado existen mesas de distintos tamaños destinadas exclusivamente para dibujo, formadas por una tabla de madera, plástico o vidrio, perfectamente

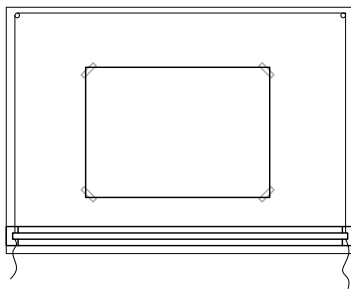


Iluminación correcta

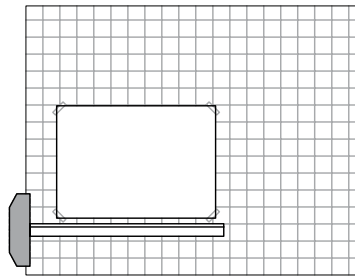


Iluminación Incorrecta

plana y con sus cuatro lados rectos. Puede regularse su altura e inclinación para mejorar la postura del dibujante. Existen diversos accesorios que pueden agregarse a estas mesas de dibujo, uno de ellos es la paralela, que consiste en una regla de la misma longitud que la mesa, y que mediante un sistema de hilos, permite el desplazamiento de la misma hacia arriba y hacia abajo, restringiendo los desplazamientos laterales y permitiendo al dibujante trazar líneas paralelas



Superficie de dibujo: Tablero con regla paralela



Superficie de dibujo: Mesa + Regla \*T\*

utilizando un solo elemento.

La superficie para dibujar, también puede ser una mesa que reúna las características mencionadas anteriormente, y utilizar una regla T, la cual se coloca en uno de los laterales de la mesa cumpliendo la misma función que la regla paralela.

### Instrumental auxiliar

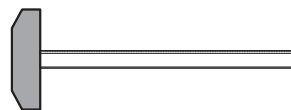
La utilización del instrumental auxiliar de dibujo tiene por objetivo servir al dibujante en aumentar la precisión, medición y corrección durante la confección de un dibujo. Los elementos más utilizados para tal fin son:

**Regla:** Consiste en un elemento lineal construido en madera, metal o plástico, de forma rectangular con uno o más cantos biselados. Su espesor oscila entre los 3 y 5 mm. y su longitud entre los 30 y 100 cm. Suele llevar una graduación en milímetros, aunque las hay de mayor precisión graduadas de a medio milímetro. Dentro de este grupo, debemos distinguir la regla T y la regla paralela.

La regla T está compuesta por dos brazos perpendiculares entre sí, uno de ellos llamado regla y el otro cabezal el cual se coloca sobre uno de los bordes rectos de la mesa de dibujo de manera tal que la regla pueda desplazarse únicamente en sentido vertical, facilitando así el trazado de líneas paralelas. La paralela está compuesta por una regla rectangular a la cual se adiciona un sistema de hilos y



Regla



Regla \*T\*



Regla paralela

poleas con el fin de permitir trazar líneas paralelas al igual que con la regla T.

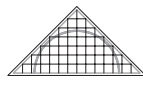
**Escuadra:** Es un elemento con forma triangular, que se utiliza para trazar líneas horizontales y/o verticales, combinada con una regla T o una regla paralela, se la utiliza también para trazar líneas paralelas. Existen dos tipos de escuadras, una con forma de triángulo isósceles, con un ángulo de  $90^\circ$  y los dos restantes de  $45^\circ$  y otra escuadra con forma de triángulo escaleno cuyos ángulos son de  $90^\circ$ , de  $60^\circ$  y de  $30^\circ$ .

Las escuadras son elementos de dibujo y no de medición y es por eso que no están graduadas, aunque algunos fabricantes les agregan un grabado con graduación en centímetros o milímetros. Si se va a trabajar con tinta, las escuadras deben tener sus lados biselados, de modo que al desplazarla por la hoja no arrastre la tinta y manche el dibujo.

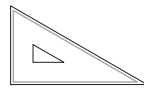
Siempre con el mismo formato, en el mercado existe una gran variedad de escuadras, de diversos materiales (plástico, madera o metal) en varios tamaños y colores. Entre la gran variedad se destacan especialmente dos: una es la *escuadra multiuso*, una escuadra transparente de  $45^\circ$  que tiene grabada una grilla milimetrada con el 0 en el punto medio de su lado mayor, y un transportador, lo cual es muy útil para trazar líneas paralelas y/o perpendiculares con diversos ángulos. La otra es la *escuadra regulable*, que consiste en una escuadra de  $45^\circ$  con uno de sus lados articulado, lo que permite dibujar con precisión líneas con ángulos



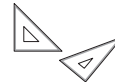
Escuadra  $45^\circ$



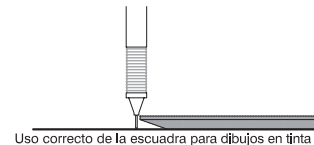
Escuadra  $45^\circ$



Escuadra  $30^\circ$  y  $60^\circ$



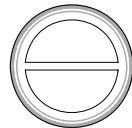
Mini escuadras



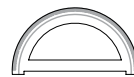
Uso correcto de la escuadra para dibujos en tinta

distintos de los que permiten las escuadras comunes.

**Transportador:** El transportador es un elemento graduado que se utiliza para medir ángulos. Existen dos tipos de transportador, uno formado por un semicírculo



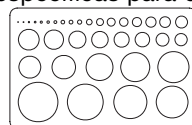
Transportador  $360^\circ$



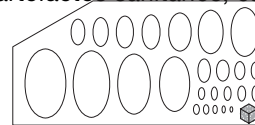
Transportador  $180^\circ$

culo que permite medir ángulos de  $0^\circ$  a  $180^\circ$  y otro formado por un círculo completo permitiendo medir de  $0^\circ$  a  $360^\circ$ .

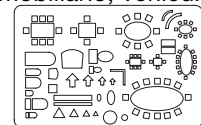
**Plantillas:** Las plantillas son planchas plásticas, metálicas o de madera con caladuras de diversas formas que permiten introducir el lápiz o estilógrafo, de modo que recorriendo el perímetro de la caladura su forma quede dibujada en el papel. Existe una amplia variedad de plantillas, las hay de círculos, de elipses, de cuadrados, de triángulos, etc. También existen plantillas más específicas para dibujar artefactos sanitarios, cañerías, mobiliario, vehículos,



Plantilla de círculos



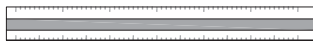
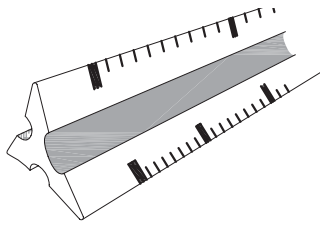
Plantilla de elipses



Plantilla de bloques de Arquitectura

etc. Estas caladuras en una misma plantilla están hechas en distintas escalas a fin de que el dibujante pueda utilizarla según el tipo y tamaño de dibujo en el cual trabaja.

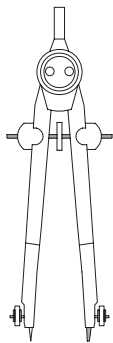
**Escalímetro:** Es una herramienta que se utiliza como elemento de transferencia de medidas que viene graduada con relaciones de proporcionalidad recíproca, permitiendo medir dibujos en diferentes escalas. Los escalímetros pueden ser de madera, plástico o metálicos y son elementos de sección prismática de aproximadamente 30 cm. de longitud. Poseen tres lados, y en cada uno de ellos se pueden leer dos graduaciones distintas, por lo cual con cada escalímetro podemos medir en 6 escalas diferentes. Las utilizadas con mayor frecuencia son:



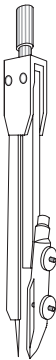
Escalímetro

1:125 - 1:100 - 1:75 - 1:50 - 1:25 - 1:20 y la mayoría de los escalímetros que se encuentran en el mercado tienen estas escalas grabadas, aunque también pueden conseguirse en escalas anglosajonas. 1:75 significa la división de un metro real en setenta y cinco partes, cada una de esas partes equivale a un metro representado en esa escala específicamente.

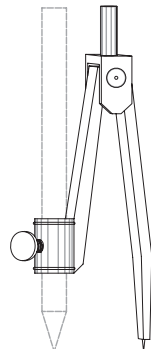
**Compás:** El compás es un instrumento que se utiliza para dibujar arcos y circunferencias pudiendo regular la longitud del radio según cada necesidad. Es utilizado también como instrumento de medición y traslación de medidas. Este



Compás con punta de grafito



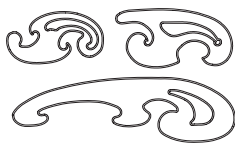
Compás con tiralíneas



Compás con suplemento para lápiz / estilográfica

elemento está compuesto por dos brazos y un pequeño cabezal en el cual se encuentra el o los ejes que permiten la apertura de los brazos y sirve como agarre del compás. Uno de los brazos en su extremo tiene una aguja para clavar en la hoja, marcando el centro de la circunferencia, y el otro brazo lleva una mina afilada o accesorio porta lápiz / lapicera para poder trazar la curva.

**Pistolete:** Es una herramienta que sirve para dibujar curvas irregulares, en las que su radio no es constante. La forma está basada en combinaciones de elipse, espirales y otras curvas matemáticas.



Pistoletes

Por lo general son de plástico y con bordes biselados para dibujar con tinta. En

los locales de artículos para modelismo, también se consiguen de metal para poder utilizar con trincheta. También se llama así a otro elemento para dibujar curvas irregulares que consiste en una serie de varas metálicas recubiertas de plástico cuyo nombre más preciso es curvígrafo. El curvígrafo tiene menor precisión que el pistolete.

### **Cuidados básicos de los materiales**

Los elementos descritos anteriormente, deben recibir ciertos cuidados para garantizar su rendimiento. Debemos cuidarlos de las caídas y los golpes para no alterar la continuidad de sus aristas. En el caso de reglas y escuadras, no debemos acercarlos a fuentes de calor extremo ya que por efecto de la dilatación y/o contracción del material no se alteren las medidas que indican. Tampoco utilizar las reglas ni las escuadras de plástico como guía de corte, ya que sus cantos se desgastan, se astillan o se marcan con el paso de la trincheta. Para tal fin se usan reglas metálicas, fabricadas por aleación de metales que resisten el roce frecuente del filo de la trincheta sin dañar su arista.

Otro cuidado que debemos tener para con el instrumental auxiliar de dibujo es mantenerlo limpio. Para la limpieza de estos elementos se utiliza agua fría y jabón blanco, se los lava bajo una canilla, se enjuagan y se deben secar con un paño suave y seco, verificando que no queden gotas de agua que puedan arruinar nuestra hoja al usar el instrumental. No deben utilizarse ni alcoholes, ni solventes para la limpieza de estos elementos, ya que son agresivos para con el material (si es plástico puede mancharlo) y con el tiempo hacen desaparecer las marcas de las graduaciones.

### **Instrumental de trazo**

El instrumental de trazo es el utilizado para definir la imagen sobre el soporte. Este grupo comprende dos conjuntos: uno cuyo material gráfico consta de un medio seco, dentro del cual podemos distinguir los lápices y carbonillas; y otro de medio húmedo, dentro del cual podemos distinguir los estilógrafos. Los elementos más utilizados en dibujo técnico son:

**Lápiz:** El lápiz se utiliza para dibujar y/o escribir, contiene una barra compuesta por grafito y arcillas (mina) recubierta por un cuerpo de madera, plástico o metal, el cual permite su agarre sin manchar las manos del usuario. El lápiz nació como una funda que se utilizaba para recubrir la carbonilla o grafito, con el paso del tiempo estos elementos se unificaron en uno conformando el lápiz tal como lo conocemos en la actualidad. Hoy en día existe una gran variedad de lápices, ya sea por su funcionamiento, por su dureza o por su color. La manera en que se renueva y se fija la mina al lápiz, da lugar a tres tipos distintos:

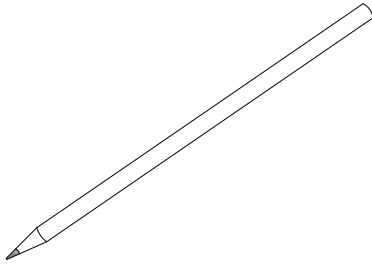
- Portaminas
- Lápiz Mecánico
- Lápiz de Madera

La dureza de la mina del lápiz está determinada por la proporción de grafito y arcilla que se utilice para la fabricación de la mina. A mayor proporción de grafito, el trazo resulta más blando y más oscuro, en el mercado esta variación está indicada en el lápiz por un número y una letra siendo 8H el de mayor dureza y 8B el de menor dureza:

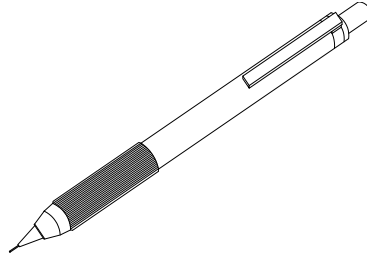
8H | 7H | 6H | 5H | 4H | 3H | 2H | H | **HB** | F | 2B | 3B | 4B | 5B | 6B | 7B | 8B

Cuando se dibuja en lápiz, debe verificarse que la mina este bien afilada para poder lograr mayor precisión en el trazo y tomar ciertos recaudos para que el polvillo del grafito (que resulta del rozamiento con el soporte) no se expanda por la hoja o por las manos del dibujante, a fin de evitar manchas que luego son difíciles de borrar y pueden arruinar el dibujo.

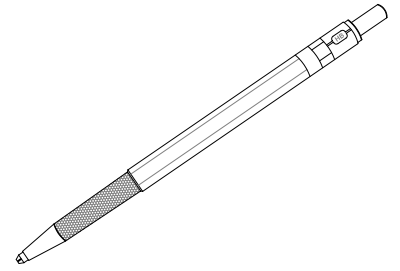
Para mantener la punta del lápiz afilada existen herramientas específicas para cada tipo de lápiz. En el caso de los lápices portaminas, se utiliza afila minas. El lápiz mecánico no necesita de un elemento de afilado específico, ya que su mina es de 0,5mm, pero para lograr mayor precisión, es conveniente ir rotando el lápiz



Lápiz de Madera



Lápiz Mecánico



Lápiz Porta Mina

durante el trazo, para que el desgaste de la misma sea parejo. Y para el lápiz de madera, existe el sacapuntas que consiste de un elemento prismático provisto de un filo y con un orificio en su extremo, en el cual se introduce la punta del lápiz y se lo hace girar de modo que al rozar el filo con la punta del lápiz elimine parte de la madera que rodea al grafito y se afile la mina de forma pareja.

**Estilógrafos:** Es un elemento de dibujo similar a una lapicera, compuesto por una punta metálica, de la cual sale tinta que se encuentra almacenada en un cartucho dentro del cuerpo del estilógrafo, para ser depositada en la hoja y lograr el trazo. Existen puntas de diferentes graduaciones, con el fin lograr diversos espesores de líneas, estas medidas son: 0.1mm – 0.2mm – 0.3mm – 0.4mm – 0.5mm – 0.6mm – 0.7mm – 0.8mm – 0.9mm – 1.0mm – 1.4mm – 2.0mm, siendo la 0.1 la que da el trazo más fino y la 2.0 el trazo más grueso.

El estilógrafo, puede recargarse cuando la carga de tinta se agota, para ello debemos utilizar tintas especialmente fabricadas para estilógrafos, y no utilizar tinta china, ya que esta puede dañar el estilógrafo. La tinta utilizada comúnmente es la de color negro, pero pueden encontrarse de diversos colores. Debe lavarse cuidadosamente el estilógrafo cuando se utilizan tintas de distintos colores para evitar que se mezclen y resulte en colores no deseados sobre el papel. Existen también estilógrafos descartables, estos no permiten la recarga. Al igual que los recargables, los hay de diferentes graduaciones en escalas similares a las anteriormente mencionadas, pero debe ponerse mucha atención a la continuidad de los espesores durante su uso, ya que con el reiterado rozamiento con la hoja, la punta se deforma y el espesor puede presentar variaciones en el trazo.

El estilógrafo debe utilizarse de forma perpendicular al papel, para permitir que la tinta fluya correctamente por la punta y debe utilizarse instrumental auxiliar con bisel, para evitar que la tinta se corra y manche el dibujo.

