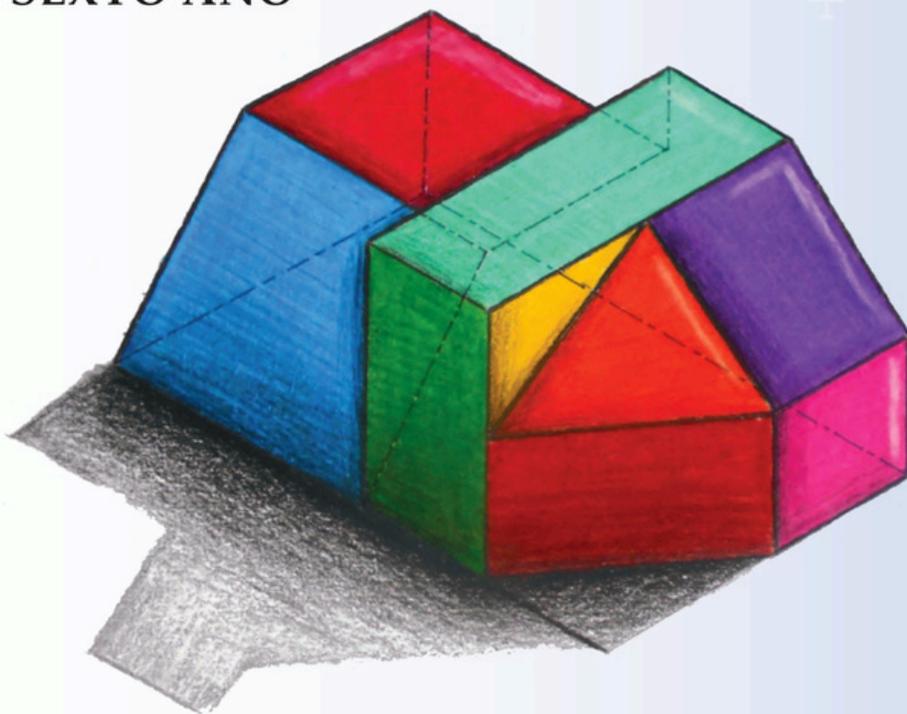


Universidad Nacional Autónoma de México  
Escuela Nacional Preparatoria  
SECRETARÍA ACADÉMICA



# Dibujo Constructivo II

SEXTO AÑO



Colegio de Dibujo y Modelado  
Clave: 1610  
Plan: 96  
Actualización curricular 2018

Nora Eréndira Allier Ondarza  
María Luisa Cadena Montero  
Ignacio Hernández Vicente  
Adriana López Fuerte  
Luis Antonio Luviano Flores





# **DIBUJO CONSTRUCTIVO II**

## **Guía cuaderno de trabajo académico**

ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA  
Guía cuaderno de trabajo académico

**DIBUJO CONSTRUCTIVO II**

ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA  
COLEGIO DE DIBUJO Y MODELADO

ÁREA I

Grado: 6° Clave: 1610 Plan: 1996

**DIBUJO CONSTRUCTIVO II**

**Guía cuaderno de trabajo académico**

Programa actualizado

Aprobado por H. Consejo Técnico el 13 de abril de 2018

**Coordinación**

Mónica Edith Villanueva Vilchis

**Autores**

Nora Eréndira Allier Ondanza

María Luisa Cadena Montero

Ignacio Hernández Vicente

Adriana López Fuerte

Luis Antonio Luviano Flores

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

Escuela Nacional Preparatoria  
Directora General: Biól. María Dolores Valle Martínez  
Secretaria Académica: Dra. Virginia Hernández Ricárdez  
Jefa del Departamento de Producción Editorial: Lic. María Elena Jurado Alonso

Imagen de portada: Sandra Michelle Elizalde Flores  
Diseño de Portada: Edgar Rafael Franco Rodríguez

Imágenes de contenido:  
Nora Eréndira Allier Ondanza  
María Luisa Cadena Montero  
Ignacio Hernández Vicente  
Adriana López Fuerte  
Luis Antonio Luviano Flores

Diseño gráfico: Alicia Rodríguez Morales y Marcos Fernando González Moreno  
Diseño editorial: Marcos Fernando González Moreno y Alicia Rodríguez Morales  
Corrección de estilo: Adriana Paola Herrera Mejía y David Antonio Pineda Avilés  
Cuidado de edición: Jonathan Iván Jiménez Castellanos

Queda prohibida la reproducción parcial o total del contenido de la presente obra, sin la previa autorización expresa y por escrito de su titular, en términos de la Ley Federal de Derecho de Autor, y en su caso de los tratados internacionales aplicables. La persona que infrinja esta disposición se hará acreedora a las sanciones legales correspondientes.

Primera edición: febrero, 2019  
Derechos reservados por  
© Universidad Nacional Autónoma de México  
Escuela Nacional Preparatoria  
Dirección General  
Adolfo Prieto 722, Col. Del Valle. C.P. 03100, Ciudad de México.  
Impreso en México.

## **PRESENTACIÓN**

La Escuela Nacional Preparatoria, institución educativa con más de 150 años de experiencia formando jóvenes en el nivel medio superior, culmina en este ciclo escolar 2018-2019, la colección de **Guías de Estudio** correspondientes a los programas actualizados de nuestro Plan de Estudios vigente.

Después de varios años de trabajo, reflexión y discusión, se lograron dar dos grandes pasos: la actualización e implementación de los programas de estudios de bachillerato y la publicación de la nueva colección de **Guías de Estudio**.

Ciertamente, nuestra Escuela Nacional Preparatoria es una institución que no se detiene, que avanza con paso firme y constante hacia su excelencia académica, así como preocupada y ocupada por la formación integral, crítica y con valores de nuestros estudiantes, lo que siempre ha caracterizado a nuestra Universidad Nacional.

Aún nos falta más por hacer, por mejorarnos cada día, para que tanto nuestros jóvenes estudiantes como nuestros profesores seamos capaces de responder a esta sociedad en constante cambio y a la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad de la Nación.

**“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”**  
**BIÓL. MARÍA DOLORES VALLE MARTÍNEZ**  
**DIRECTORA GENERAL**  
**ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA**



## ÍNDICE

PÁG

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>11</b>
<b>UNIDAD I. EL LENGUAJE DE LA GEOMETRÍA PARA REPRESENTAR FORMAS PLANAS</b>	<b>12</b>
Objetivo	12
Introducción	12
1.1. El dibujo constructivo en el desarrollo social y productivo	12
1.2. Los instrumentos básicos para el dibujo constructivo	14
1.3. Los elementos gráficos en los objetos (punto, línea, plano, entre otros)	21
1.4 El lenguaje técnico básico: códigos y representación técnica normalizada	46
1.5. La escala en el dibujo de los objetos	47
1.6. Investigación en fuentes digitales sobre el desarrollo social y productivo basado en el dibujo constructivo	53
1.7 Aplicación de los métodos geométricos para el trazo de formas bidimensionales a mano alzada con instrumentos, manuales y/o recursos digitales	53
1.8. Uso de técnicas manuales y/o digitales para el trazo geométrico de formas planas	54
Resumen	55
Autoevaluación.	55
Referencias bibliográficas	57
<b>UNIDAD II. PROYECCIONES ORTOGONALES Y AXONOMÉTRICAS PARA ESTUDIAR LOS OBJETOS</b>	<b>58</b>
Objetivo	58
Introducción	58
2.1. Características de las proyecciones	61
2.2. Aplicación de los métodos de proyecciones ortogonales, axonométricas y sistemas de medición en la solución de problemas relacionados con la posición y ubicación de los objetos: punto, línea, plano y volumen	66
2.3. Uso de las técnicas de representación gráfica (VER 2.2)	
2.4. Aplicación de la verdadera forma y magnitud a través del dibujo de desarrollos para la construcción de maquetas	92
2.5 Valoración del lenguaje geométrico en la representación de ideas para el diseño de objetos con orden y limpieza (ver 2.1 y 2.2)	
2.6. Formación de valores éticos para el trabajo individual y colaborativo (ver 2.1 y 2.2 )	
2.7 Disposición para la observación, análisis y síntesis del volumen y espacio (ver 2.1 y 2.2)	
Resumen	97
Autoevaluación	98

Referencias bibliográficas	99
<b>UNIDAD III. PROYECCIONES CÓNICAS PARA ESTUDIAR Y REPRESENTAR EL VOLUMEN</b>	<b>100</b>
Objetivo	100
Introducción	100
3.1. Teoría y métodos de la perspectiva en relación con la visión humana	100
3.2. Conceptos de la proyección de sombras	115
3.3. Aplicación de métodos básicos para el trazo de la perspectiva de volúmenes y objetos sencillos del entorno. Método de representación de perspectiva a un punto de fuga con divisiones exactas	121
3.4. Aplicación de métodos básicos para el trazo de sombras propias y proyectadas	130
Resumen:	132
Autoevaluación	132
Referencias bibliográficas	134
EXAMEN TIPO	135
RESPUESTAS DE AUTOEVALUACIÓN	140
RESPUESTAS DE EXAMEN TIPO	141
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS GENERALES	142

# INTRODUCCIÓN

El presente material se ha elaborado en apego al Programa de Estudios actualizado de la asignatura de Dibujo Constructivo II que pertenece al Plan de Estudios de la Escuela Nacional Preparatoria. La presente es una guía de estudios que también puede ser utilizada como cuaderno de trabajo y se ha realizado con el propósito de apoyarte en tus estudios de la asignatura. Esperamos que su consulta te apoye tanto en una mejora continua de tu desempeño en clase, como para la preparación del examen extraordinario. En ambos casos, se te recomienda siempre el apoyo de un profesor o asesor, quien te puede dar orientación durante el desarrollo de las actividades que se te piden realizar en esta guía, debido a los aspectos teóricos y prácticos que tratamos en el desarrollo de los contenidos del programa, así como a la dificultad que presenta la asignatura.

El propósito de la materia de Dibujo Constructivo II es enriquecer la percepción visual y espacial del estudiante al desarrollar conocimientos y habilidades del dibujo geométrico para el análisis lógico, matemático y espacial, así como para también visualizar variantes creativas de soluciones espaciales complejas relacionadas con las ingenierías, arquitecturas y con el diseño industrial.

Este documento está estructurado en el mismo orden que el Programa de Estudios actualizado, cuyas unidades son las siguientes:

**Unidad I.** El lenguaje de la Geometría para representar formas planas

**Unidad II.** Proyecciones Ortogonales y Axonométricas para estudiar los objetos

**Unidad III.** Proyecciones Cónicas para estudiar y representar el volumen

En cada unidad se enuncian los objetivos del programa y se desarrollan los contenidos que te auxiliarán en la comprensión, aplicación y reflexión de los aspectos fundamentales de los temas de la asignatura. También se integran actividades, resúmenes y autoevaluaciones con algunas preguntas tipo examen.

Cada unidad cuenta con una sugerencia de referencias bibliográficas que te permitirán ampliar la información de los contenidos tratados. Al final de este material encontrarás la clave de las respuestas y soluciones de forma gráfica o escrita.

En el caso de que consultes la presente guía para preparar tu examen extraordinario, es importante recordar que debes presentarte con todo tu equipo de dibujo constructivo II, mismo que se describe en la primera unidad, ya que por las características de la asignatura se requiere de máxima precisión en el desarrollo de los retos, y esto sólo puede lograrse con el apoyo de tus instrumentos y materiales.

Esperamos que el presente material cubra tus necesidades y que te invite a ampliar los vastos conocimientos que implica la geometría en general.

# UNIDAD I. EL LENGUAJE DE LA GEOMETRÍA PARA REPRESENTAR FORMAS PLANAS

## Objetivo

El alumno:

- Conocerá e identificará los materiales e instrumentos para dibujo, así como los conceptos y métodos para el trazo de formas bidimensionales aplicando las bases del lenguaje gráfico geométrico a través de croquis y dibujos geométricos, con el fin de plasmar imágenes
- Aplicará métodos y técnicas de dibujo para representar las formas bidimensionales a través de croquis y dibujos geométricos, con el fin de plasmar imágenes mentales
- Valorará la importancia del dibujo técnico como medio de comunicación normalizada como una forma de expresión y aportación del dibujo constructivo al desarrollo social y productivo

## Introducción

En esta unidad se plantea la importancia y trascendencia del dibujo como base para el conocimiento y uso del lenguaje técnico normalizado; por lo tanto, conoceremos los instrumentos y materiales con los cuales pondremos en práctica las técnicas y métodos para el dibujo de Geometría Plana a través de la observación y representación gráfica de formas del entorno, de esta forma, el alumno desarrollará sus habilidades y aplicará sus conocimientos al utilizar el lenguaje gráfico-geométrico para crear ideas, expresarlas, así como dar soluciones creativas a problemas relacionados con los elementos gráficos que forman parte de los objetos y espacios reales.



### 1.1. El dibujo constructivo en el desarrollo social y productivo

¿Cuál es la relación del dibujo geométrico con los objetos del entorno físico?

Cuando observamos el entorno que nos rodea encontramos toda clase de objetos. Podemos analizar desde el cosmos hasta la más mínima partícula existente; todos los objetos tienen formas planas que pueden ser regulares o irregulares, pero están formadas por líneas y puntos que al combinarse forman el cuerpo de cada objeto.

¿Qué relación tiene la representación geométrica de los objetos con el desarrollo social y productivo?

Desde la Antigüedad hasta nuestro tiempo el ser humano ha creado objetos de uso cotidiano, utensilios, herramientas, muebles y objetos que forman parte de su espacio habitable; en muchas ocasiones se imitan las formas de los seres vivos y objetos de la naturaleza que también tienen una gran relación con las formas de la geometría. De ahí que con la evolución cultural se ha desarrollado también la industria, la fabricación de piezas mecánicas, maquinaria, herramientas, objetos de uso cotidiano, mobiliario, así como la construcción de espacios y edificios.



### Actividad 1

#### Indicaciones:

1. Observa las siguientes imágenes y escribe en los espacios los nombres de las líneas y formas geométricas que identifiques.
2. Al terminar verifica que tus respuestas sean correctas en la sección de solución de las actividades y autoevaluación.



Imagen 1. Pizza. (Cadena: 2018).

Línea \_\_\_\_\_

Línea \_\_\_\_\_

Forma \_\_\_\_\_



Imagen 2. Fotografía (Adam M. J. Morning Glory y el pentágono: 2018).

Línea \_\_\_\_\_

Línea \_\_\_\_\_

Forma \_\_\_\_\_

Forma \_\_\_\_\_

Forma \_\_\_\_\_



Imagen 3. Jarrones geométricos de diseño. Pinterest. (Pérez: 2018).

Línea \_\_\_\_\_  
 Línea \_\_\_\_\_  
 Forma \_\_\_\_\_  
 Forma \_\_\_\_\_  
 Forma \_\_\_\_\_



Imagen 4. (Autor desconocido: 2018).

Línea \_\_\_\_\_  
 Línea \_\_\_\_\_  
 Forma \_\_\_\_\_  
 Forma \_\_\_\_\_  
 Forma \_\_\_\_\_



## 1.2. Los instrumentos básicos para el dibujo constructivo

### 1.2.1 Formatos para el dibujo geométrico

Para dibujar y representar gráficamente nuestras ideas y los objetos geoméricamente es necesario conocer algunos materiales e instrumentos para el dibujo.

El papel que utilizamos para el dibujo geométrico tiene un formato que se rige por normas o cánones establecidos que permiten representar el diseño de objetos grandes o pequeños a escala ya que sería imposible dibujarlos en su tamaño real.

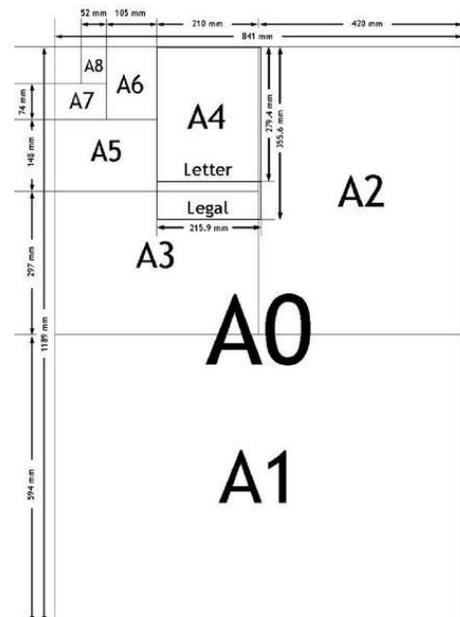


Imagen 5. Normalizados de papel serie A. (Autor desconocido: 2018).

Los formatos se basan generalmente en la norma DIN 476 (Deutsches Institut für Normung o Instituto Alemán de Normalización), que ha sido la base para su equivalente internacional, es decir, las normas de tipo ISO (International Organization for Standardization u Organización Internacional para la Normalización), esta ha sido adoptada por la mayoría de los países para el desarrollo de las normas de estandarización en la fabricación de productos.

Dimensiones en milímetros	
A0	1189 x 841
A1	841 x 540
A2	540 x 420
A3	420 x 297
A4	297 x 210
Carta	279.4 x 210
Legal	355.6 x 210
A5	210x148

Los formatos de papel más utilizados son los de tipo A

(Imagen 5 y pueden ser de papel opaco blanco o de color (papel marquilla), así como de papel translucido (como el albanene o papel vegetal), con superficie lisa que puede tener acabado mate o satinado. Para nuestra asignatura de dibujo utilizamos generalmente los formatos A2 y A3.

El espesor del papel para el dibujo geométrico también es importante ya que debe ser resistente para dar posibilidad a múltiples trazos que se pueden efectuar a lápiz o a tinta sin tener deformaciones. De manera comercial los pliegos de papel se distinguen por el gramaje de la celulosa de papel por metro cuadrado.



Para saber más acerca de las normas y los formatos puedes consultar la siguiente página: <https://www.mvblog.cl/2012/04/08/dibujo-tecnico-formatos-de-papel-y-margen/>



### Actividad 2

Busca en internet imágenes del papel vegetal y papel marquilla para que los identifiques.

### 1.2.2 Instrumentos para dibujo geométrico

Conozcamos los instrumentos básicos para dibujar en la asignatura de Dibujo Constructivo II y algunos instrumentos para corte, útiles para la construcción de maquetas geométricas.

- **Restirador**

El restirador es una mesa reclinable para dibujar con superficie rectangular lisa, blanca o verde óptico, su base de soporte es ajustable en altura e inclinación para que el dibujante trabaje cómodamente.



Imagen 6. Restirador con regla paralela. (Cadena: 2018).

- **Regla de paralelas**

Es una regla con bisel de acrílico fija a la mesa de trabajo, se utiliza para el trazo de líneas rectas horizontales y por su movimiento hacia arriba y hacia abajo permite el trazo de líneas paralelas; se utiliza como soporte para el trazo con las escuadras y otros instrumentos para rotulación.

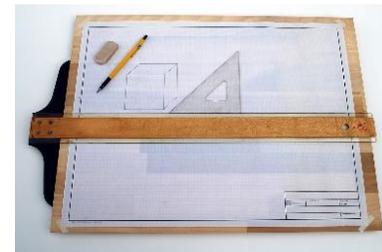


Imagen 7. Regla T. (Cadena: 2018).

- **Regla T**

Es una regla formada por cabeza y cuerpo que forman un ángulo recto para apoyarse en el canto del restirador con el fin de trazar líneas rectas horizontales paralelas y para soporte de las escuadras y otros instrumentos de dibujo.

- **Juego de escuadras**

El juego de escuadras está formado por escuadra de 45°, coloquialmente conocida como escuadra de 45° y escuadra de 60°, 30° y 90°, llamada también cartabón, la suma de los ángulos interiores de ambas escuadras es igual a 180°. Estas se utilizan para el trazo de líneas utilizando sus ángulos de inclinación y en combinación para trazar líneas rectas en diversos ángulos.



Imagen 8. Escuadras. (Cadena: 2018).

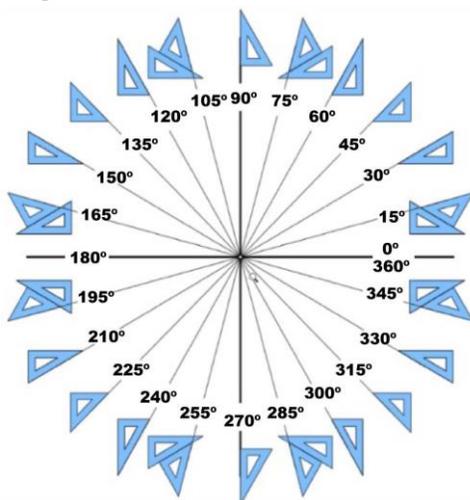


Imagen 9. Uso de las escuadras. (Ramírez: 2018).

Para el trazo de líneas con diferentes ángulos de inclinación utilizamos una de las escuadras como soporte y la otra para formar el ángulo deseado como se muestra en el esquema.

- **Clasificación de los lápices**

Existe una gran variedad de lápices y minas para lapicero cuya barra es el resultado de la mezcla de grafito, arcilla y aceite, la variación de las proporciones de ésta permite dar diversas durezas y por consiguiente varía el tono de su pigmento. El lápiz de uso más común es el HB; este nombre proviene de la clasificación europea que se determina por las cualidades y características del trazo; la letra H proviene de la palabra *Hard* (en inglés se refiere a la dureza), la letra B se refiere a la palabra *Blond* (blando) o *Black* (negro) y en algunos artículos se refiere también a la palabra (black) como negror del trazo y la letra F se refiere a la palabra *Fine* (fino). De acuerdo a la variación de la mezcla de grafito, HB y F son tonos intermedios; existen 9 tonos H conforme aumenta el número en la clasificación la dureza de la barra de grafito es mayor, al dibujar el trazo de la línea se ve más claro y tenue estos se utilizan para trazos finos de precisión previos al trazo final del dibujo. Existen también 9 tonos B, conforme aumenta el número en la clasificación la barra de grafito es más suave, al dibujar su trazo es más intenso y oscuro, usualmente se utilizan para el dibujo artístico para resaltar las formas, acabados, texturas y sombrear los dibujos.

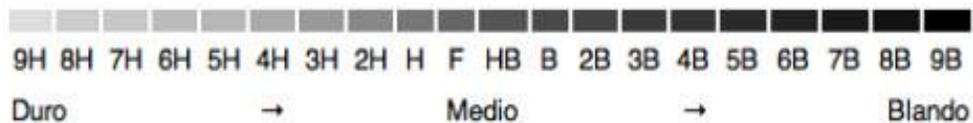


Imagen 10. Clasificación de los lápices. (Atelier: arte & dibujo: 2018).

- **Escalímetros**

El escalímetro es una regla con sección triangular cada una de sus caras contiene 2 escalas basadas en el metro patrón internacional, este instrumento se utiliza para dibujar los objetos reales representados en escalas de ampliación o reducción proporcionales al tamaño de los formatos de dibujo.



Imagen 11. Escalímetro.  
(Cadena: 2018).

El escalímetro de abanico es un juego de reglas que contienen 2 escalas, cada una con sus proporciones que están basadas en el metro patrón internacional, también se utiliza para dibujar los objetos reales a escala natural en escalas de ampliación o reducción proporcionales al tamaño de los formatos de dibujo.



Imagen 12. Ferrer Echelle de reducciónOutCutchAbánico.  
(Ferrer: 2018).



Imagen 13. Cepillo de dibujante. (Cadena: 2018)

- **Cepillo de dibujante**

El cepillo de dibujante es una herramienta que se utiliza para retirar de la superficie de dibujo residuos de polvo de grafito y goma para evitar que se ensucie el dibujo con residuos grasos de la mano.

- **Plantillas técnicas**

Las Plantillas técnicas tienen diseños variados según su finalidad. Pueden tener formas geométricas de diferentes tamaños para dibujarlas repetidamente en cualquier dibujo; las plantillas para dibujo arquitectónico tienen formas de objetos y muebles en diversas escalas.

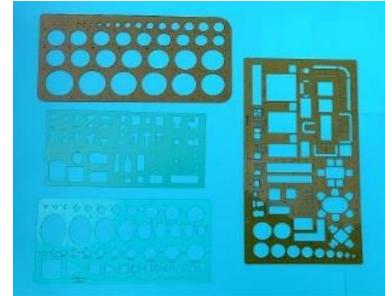


Imagen 14. Plantillas técnicas (Cadena: 2018)



Imagen 15. Compás de precisión. (Cadena. 2018).

Imagen 16. Compás con adaptador para estilógrafo. (Cadena. 2018).

- **Compás de precisión**

El compás de precisión está formado por un pivote, piernas, punta de grafito, aguja metálica y tornillo de precisión para ajustar su abertura, se utiliza para el trazo de circunferencias tomándolo por el pivote con los dedos índice y pulgar para girarlo y trazar los círculos. Para el entintado de círculos se utiliza un adaptador para sujetar el estilógrafo.

- **Compás de matemáticas**

El compás de matemáticas es igual al compás de precisión, aunque de menor tamaño; sus partes y funciones son las mismas, pero traza círculos más pequeños con un diámetro máximo de 9 o 10 cm.



Imagen 17. Compás de matemáticas. (Cadena: 2018).



Imagen 18. Compás de bomba. (Cadena: 2018).

- **Compás de bomba o bailarina**

El compás de bomba está formado por un pivote largo cuya terminación es una aguja sobre la que gira el soporte para el lapicero o el estilógrafo para el trazo de circunferencias milimétricas y gira como una bailarina.

- **Compás de vara o bigotera**

El compás de vara está formado por una barra de aluminio con soportes en sus extremos, uno con puntilla para dibujar y el otro con aguja metálica para soporte del centro de las circunferencias, es expandible para colocar dos barras y lograr el trazo de grandes circunferencias de hasta 60 cm de radio.



Imagen 19. Bigotera. (Cadena: 2018).



Imagen 20. Pistolas de curvas. (Cadena: 2018).

- **Pistolas de curvas**

Las pistolas de curvas son instrumentos con formas curvas irregulares para el trazo preciso de formas curvas derivadas de las elípticas, parábolas e hipérbolas cuyo trazo no es posible con ayuda de un compás.

- **Curvígrafo**

El curvígrafo es un instrumento en forma de barra flexible que se puede moldear manualmente para el trazo de curvas irregulares.



Imagen 21. Curvígrafo. (Cadena: 2018).



Imagen 22. Estilógrafo. (Cadena: 2018).

- **Estilógrafo**

El estilógrafo es un instrumento para el dibujo a tinta, está formado una puntera cuyo espesor puede variar desde 0.13 mm hasta 1.2 mm. Este se sostiene mediante la pieza de sujeción cuya superficie tiene textura antiderrapante para que no resbale de la mano y soporta también el cartucho contenedor de tinta que se cubre con el mango; tiene una parte de color que es un código de identificación igual al color de la puntera y el tapón cuyo fondo tiene un balín de goma para evitar que seque la tinta de la puntera cuando no está en uso.



Imagen 23. Estilógrafo desechable. (Cadena: 2018).

Existen también estilógrafos desechables pero su calidad de dibujo no es la mejor.

- **Guías de letras o plantillas para rotular**

Es una regla con perforaciones que permiten dibujar letras mayúsculas, minúsculas, números y signos para rotular los trabajos con ayuda de portaminas o estilógrafos; su tamaño se gradúa en milímetros que definen el tamaño de las letras.



Imagen 24. Guía de letras (Cadena: 2018).



Imagen 25. Cutter (Cadena: 2018).

- **Cúter**

Herramienta de soporte para navaja de corte para papel y cartón que se utiliza en combinación con una regla o escuadra metálica para el corte recto con precisión.

- **Cúter exacto o X-acto**

Herramienta de soporte para navaja con punta para corte de papel y cartón que se utiliza en combinación con una regla o escuadra metálica para el corte recto con precisión en tamaño muy pequeño.



Imagen 26. X-acto (Cadena: 2018).



Imagen 27. Cutter compás (Cadena: 2018).

- **Cúter compás**

Está formado por un pivote, barra para ajustar el radio y un soporte para navaja con punta y se utiliza para el corte de circunferencias en papel y cartón.

### ¿Sabías que...?

**El rotulador se utilizaba para dibujar letreros en los dibujos.**

Está formado por regletas codificadas que determinan el tamaño de la letra además de un alacrán (popularmente llamado también cangrejo) como soporte para portaminas o estilógrafo, que se utilizan en combinación para el trazo de rótulos.

El pivote del extremo del alacrán corre sobre el canal del borde de la regleta para guiar que todas las letras queden alineadas y la aguja corre sobre el diseño de cada letra para guiar el instrumento de dibujo que se coloca en el otro extremo para dibujar las letras.



Imagen 28. Rotulador (Cadena: 2018).



Para aprender más sobre los instrumentos de dibujo puedes consultar el sitio:

[https://www.erein.eus/media/primeros\\_capitulos/primer\\_capitulo287.pdf](https://www.erein.eus/media/primeros_capitulos/primer_capitulo287.pdf)



### 1.3. Los elementos gráficos en los objetos (punto, línea, plano, entre otros)

Todos los objetos que forman parte de la vida cotidiana se relacionan con los elementos gráficos, la geometría de las formas que se combinan para componer los cuerpos, están formadas por ellos. Para dibujarlos debemos conocer los elementos gráficos básicos. Podemos encontrar diversas definiciones en los libros de geometría, pero podemos describirlos con las siguientes definiciones:

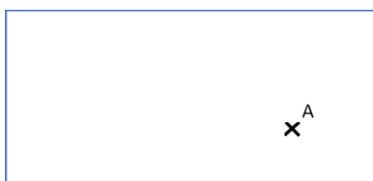


Imagen 29. El punto  
(Cadena: 2018).

**Punto:** es una marca mínima adimensional apenas perceptible que indica la ubicación de un lugar específico en el espacio o en el área de dibujo. Al punto en el espacio se le denomina con una letra mayúscula.

**Línea:** es una sucesión de puntos que forma su longitud, si se trata de una recta la dirección de la sucesión es fija y si se trata de una curva la sucesión cambia de dirección continuamente. A la línea, sea recta o curva se le denomina con una letra minúscula.

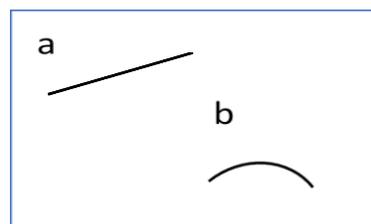


Imagen 30. La línea  
(Cadena: 2018).



Imagen 31. El plano  
(Cadena: 2018).

**Plano:** hace referencia a una superficie geométrica bidimensional que contiene infinitos puntos y rectas que forman sus dimensiones de largo y ancho. También se define como la superficie que se genera con el movimiento de una línea recta en una dirección. Al plano se le nombra mediante una letra del alfabeto griego.

Después de conocer las definiciones de los elementos gráficos debemos estudiarlos con más detalle por su forma, su posición y ubicación en el espacio y por la relación que tienen con otros elementos.

Las formas básicas de la línea son la recta y la curva.

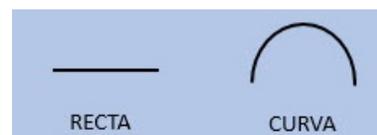


Imagen 32. Trazos básicos de la línea (Cadena: 2018).

## Clasificación por su posición y su relación con otras líneas

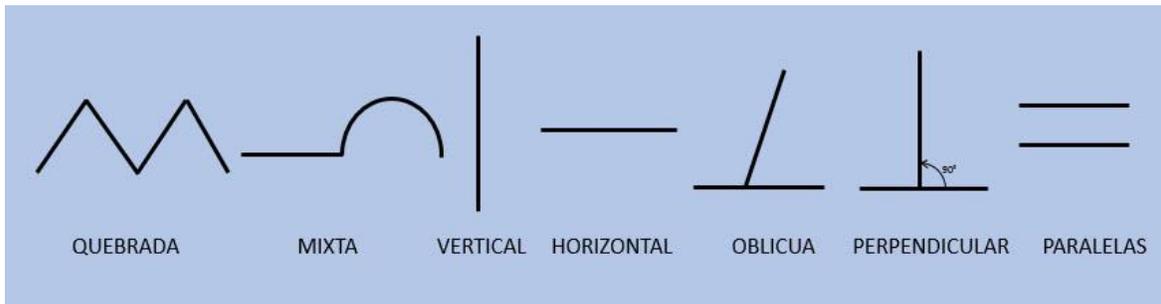


Imagen 33. Clasificación de líneas (Cadena: 2018).

Para realizar dibujos normalizados debemos conocer los tipos de línea que se utilizan para la representación geométrica y sus características gráficas que conforman la calidad de línea. Cuando los trazos se realizan con lápiz varía la forma del trazo que puede ser continua o discontinua combinando líneas pequeñas o puntos, variando el espesor y el tono de la línea, esto se logra utilizando diferentes lápices como 2H, H y HB; cuando el trazo de las líneas se realiza con tinta varía la forma de la línea continua o discontinua igual que el trazo a lápiz, varía el espesor pero no hay tonos ya que todas las líneas son del color de la tinta.

Las líneas básicas que utilizamos para el trazo de los ejercicios geométricos son las siguientes:

**Línea auxiliar:** trazo continuo de espesor fino y tenue poco marcado (con lápiz 2H muy afilado), se utiliza para los trazos iniciales del dibujo o para referencias de sus partes.

**Línea de acotaciones:** trazo continuo de espesor fino ligeramente marcado (con lápiz H o 2 H muy afilado), se utiliza para indicar las cotas del dibujo.

**Línea de proyección:** trazo discontinuo de guiones pequeños de espesor fino ligeramente marcado (con lápiz H afilado), se utiliza para indicar, como su nombre lo dice, la proyección de otros objetos detrás, debajo o encima del objeto que estamos dibujando.

**Línea de ejes:** trazo discontinuo que combina líneas y puntos de espesor fino, ligeramente marcado (con lápiz H afilado), se utiliza para indicar el eje de simetría de las formas y objetos.

**Línea definitiva visible:** trazo continuo de espesor mediano ligeramente marcado (con lápiz HB medianamente afilado), se utiliza para indicar el trazo de los contornos definitivos del dibujo o las aristas de los volúmenes.

**Línea definitiva no visible:** trazo discontinuo formado por guiones un poco más grandes que la línea de proyección de espesor mediano ligeramente marcado (con lápiz HB medianamente afilado), se utiliza para indicar el trazo de las aristas posteriores definitivas cuando se dibujan volúmenes y otras formas.

**Línea de resultado:** trazo continuo de espesor grueso y marcado (con lápiz HB achatado), su espesor puede variar ya que se utiliza para resaltar diferentes planos o profundidades en el dibujo, en el caso de los dibujos en alzado se utiliza para indicar la línea de tierra.

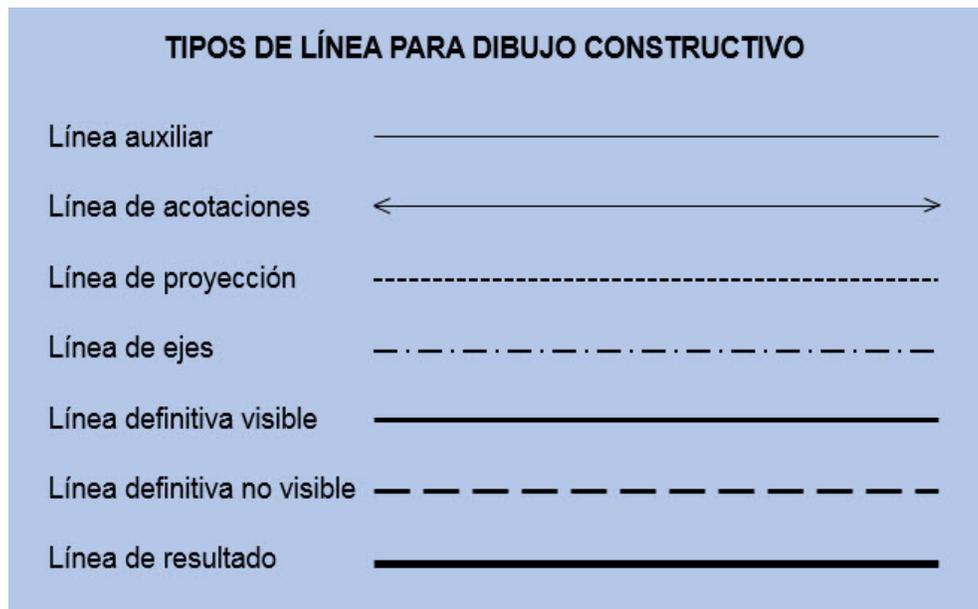


Imagen 34. Tipos de línea para dibujo geométrico (Cadena: 2018).



### Actividad 3

**Realiza una lámina a lápiz con las siguientes indicaciones para practicar el trazo de los tipos de línea.**

1. Utiliza en sentido horizontal una hoja de papel marquilla formato A4 y con línea auxiliar traza un margen de 1 cm en los 4 lados del formato.
2. Dibuja con línea auxiliar un nuevo margen al interior al primero dejando una separación de 0.5 cm para que al trazar el dibujo no toque el margen de la hoja.
3. Dejando una separación de 0.5 cm entre línea y línea, dibuja los tipos de línea de la imagen 34 siguiendo las indicaciones de su descripción, repite la serie hasta llenar el área de dibujo.
4. Para terminar tu dibujo remarca el margen con línea definitiva visible.



#### Actividad 4

1. Para practicar el trazo de los tipos de línea con la técnica a tinta, utiliza una hoja de papel vegetal formato A4 y los estilógrafos considerando los espesores de las líneas para calcar el catálogo de líneas que dibujaste previamente con lápiz.
2. Compara tu dibujo con los tipos de línea de la imagen 34.



#### Actividad 5

### Ejercicios de trazo geométrico de perpendiculares

#### Indicaciones

1. Dibuja los siguientes ejercicios de trazo geométrico, utiliza hojas de formato A4 en sentido horizontal.
2. Traza un margen de 1cm en los 4 lados del formato y divide el área de dibujo en cuatro partes iguales utilizando una línea vertical y una horizontal que pasen por el centro del área de dibujo.
3. En cada espacio dibuja un ejercicio.
4. Utiliza adecuadamente los tipos de línea para las diferentes etapas de trazo de los métodos geométricos.

**Líneas perpendiculares:** las líneas perpendiculares son aquellas que por su posición forman un ángulo de  $90^\circ$  entre sí.

**Mediatriz:** la mediatriz de un segmento, es la recta perpendicular al segmento que pasa por su punto medio.

**Líneas paralelas:** Son las líneas que nunca se tocan y que conservan una distancia igual entre sí en toda su longitud.

### 1. Trazo de la mediatriz

- Conocido el segmento AB se toma con el compás un radio ligeramente mayor a la mitad del segmento para trazar dos arcos haciendo centro en los puntos A y B, se obtienen los puntos C y D.
- Unir los puntos C y D con una recta para trazar la mediatriz y localizar M que es el punto medio del segmento.

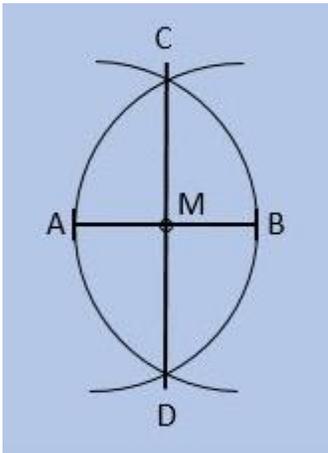


Imagen 35. Bisectriz de un segmento (Cadena: 2018).

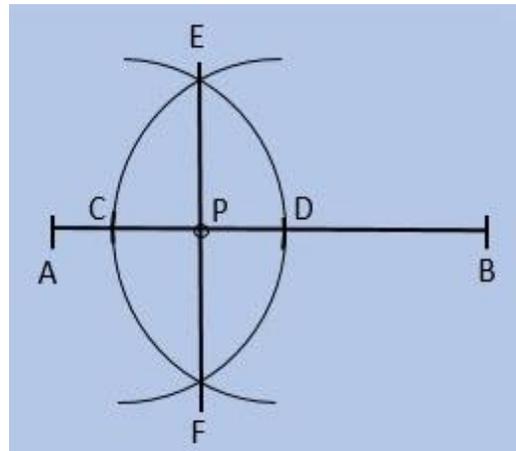


Imagen 36. Perpendicular por un punto arbitrario (Cadena: 2018).

### 2. Trazo de una perpendicular por cualquier punto de un segmento.

- Conocido el segmento AB localizar el punto P que es un punto arbitrario en donde se trazará la perpendicular.
- Abrir el compás con un radio cualquiera que no rebase la longitud del segmento y haciendo centro en P trazar dos arcos para localizar los puntos C y D sobre el segmento AB.
- Ajustar el radio con una abertura igual a la distancia entre C y D y tomando como centros C y D trazar dos arcos para obtener los puntos E y F.
- Unir los puntos E y F para trazar la perpendicular.

### 3. Trazo de una perpendicular en el extremo de un segmento.

- Localizar un punto arbitrario P cercano al extremo donde se trazará la perpendicular.
- Con el compás apoyar el centro en P y trazar un arco con radio PB para localizar el punto C sobre el segmento y prolongar el arco hacia arriba del segmento.
- Unir los puntos C y P y prolongar la línea hasta tocar el arco para obtener el punto D.
- Unir los puntos B y D para trazar la perpendicular en el extremo.

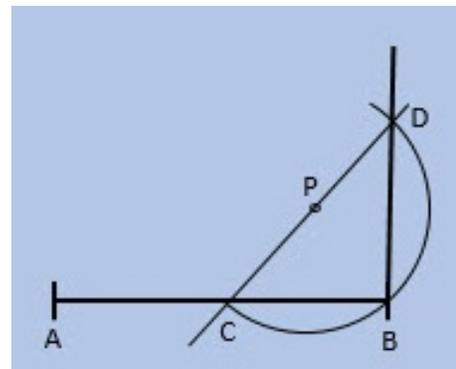


Imagen 37. Perpendicular en el extremo de una recta (Cadena: 2018).

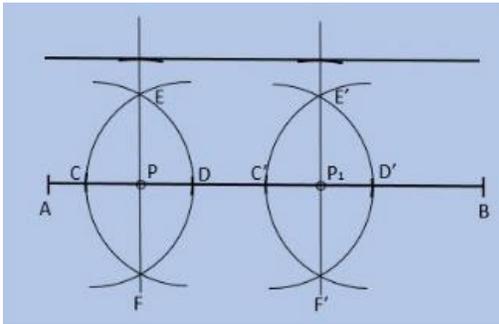


Imagen 38. Trazo de paralelas (Cadena: 2018).

#### 4. Trazo de una línea paralela utilizando 2 puntos localizados sobre el segmento

a) Sobre el segmento AB localizar dos puntos arbitrarios P y P<sub>1</sub>, con un radio pequeño trazar los puntos C y D con centro en P; y los puntos C' y D' tomando como centro P<sub>1</sub>.

b) Ajustar el radio con la distancia CD haciendo centro en C y D trazar dos arcos para trazar los puntos E y F que al unirlos generan una perpendicular que pasa por el punto P. Repetir el procedimiento para trazar una perpendicular en el punto P<sub>1</sub>.

c) Trazar con el compás sobre ambas perpendiculares la distancia arbitraria para el trazado de la perpendicular uniéndolos dos puntos.

## Ángulos

### Definición de ángulo

Se conoce como ángulo a la porción de plano comprendida entre dos segmentos de recta que tienen el mismo origen. Estos segmentos lineales constituyen los lados del ángulo y el punto de origen de ambas es el vértice del mismo. Un ángulo es negativo cuando lo medimos en el sentido de avance de las agujas del reloj y positivo cuando lo medimos en sentido contrario. Se denominarán mediante alguna letra del alfabeto griego.

### CLASIFICACIÓN DE ÁNGULOS POR SU ABERTURA

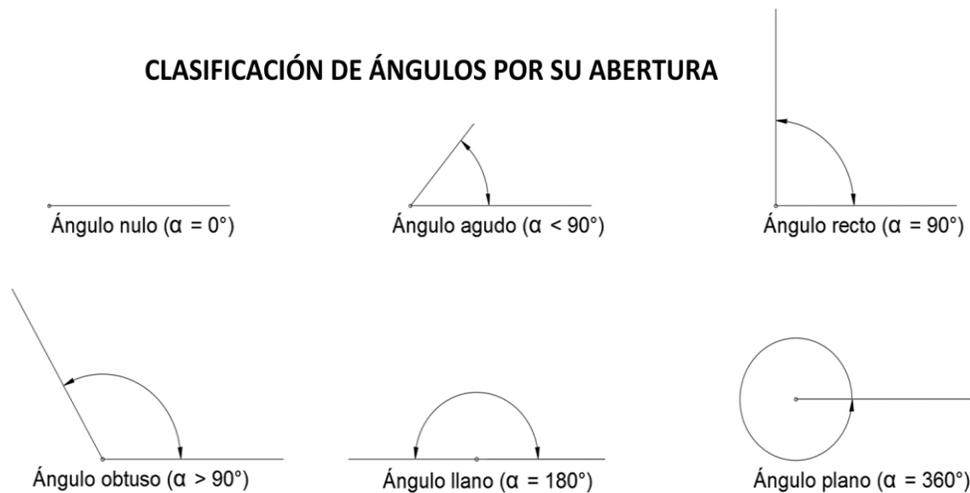


Imagen 39. Clasificación de los ángulos por su abertura (Ramírez: 2018).

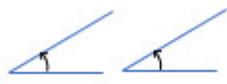
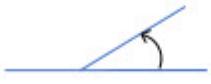
Clasificación de ángulos por su relación entre sí		
Iguales	Complementarios	Suplementarios
 <p>Tienen la misma abertura en grados</p>	 <p>Suman <math>90^\circ</math> entre ambos</p>	 <p>Suman <math>180^\circ</math> entre los dos</p>
Adyacentes	Consecutivos	Opuestos por el vértice
 <p>Tienen un lado en común y los otros 2 en línea recta</p>	 <p>Tienen su vértice y un lado en común</p>	 <p>Tienen un vértice en común y los lados de cada uno es la prolongación del otro</p>

Imagen 40. Clasificación de los ángulos por su posición. (Ramírez: 2018).

## Transportación de un ángulo

**Conocido, el ángulo, trazarlo a partir de un punto arbitrario sobre una recta**

- Con un radio cualquiera trazar un arco que pase por ambos lados del ángulo tomando como centro el vértice para obtener los puntos 1 y 1'.
- Ubicar el punto arbitrario P sobre el segmento y tomarlo como centro para trazar un arco con el mismo radio.
- Tomar la distancia entre los puntos 1 y 1' y transportarla al arco trazado sobre el segmento para ubicar ahí los puntos.
- Unir el punto P con el punto 1' para obtener el ángulo sobre el segmento.

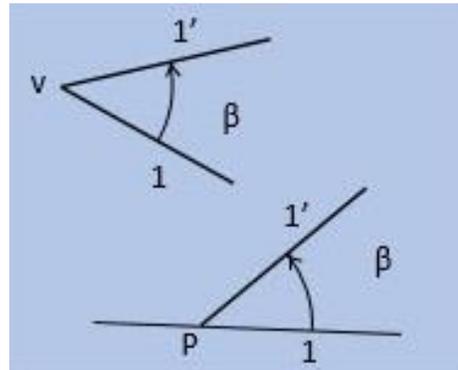


Imagen 41. Ejemplo de transportación de un ángulo. (Cadena: 2018).



## Actividad 6

### Ejercicios de trazo geométrico de ángulos

#### Indicaciones

- Dibuja los siguientes ejercicios de trazo geométrico utilizando hojas de formato A4.
- Traza un margen de 1cm en los 4 lados del formato y divide el área de dibujo en cuatro partes iguales utilizando una línea vertical y una horizontal que pasen por el centro del área.

3. En cada espacio dibuja un ejercicio centrado.
4. Utiliza los tipos de línea para el trazo de los ejercicios.

- **Suma de ángulos**

- a) Conociendo los ángulos a sumar, se transporta el primero a partir de la línea horizontal con dirección contraria al giro de las manecillas del reloj.
- b) Tomando como base la abertura del primer ángulo se traza el segundo ángulo en forma consecutiva en dirección contraria al giro de las manecillas del reloj.
- c) Se repite el procedimiento en caso de tener más ángulos por sumar.
- d) El resultado de la suma equivalente a la abertura desde el inicio del primero hasta la abertura total del último ángulo.

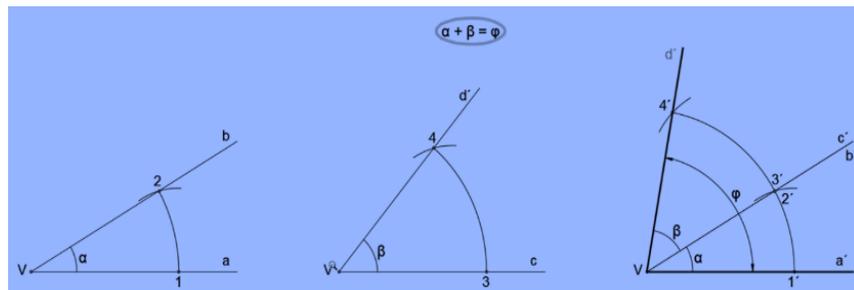


Imagen 42. Suma de ángulos. (Ramírez: 2018).

- **Resta de ángulos**

- a) Conociendo los ángulos a restar, se transporta el primero a partir de la línea horizontal con dirección contraria al giro de las manecillas del reloj.
- b) Tomando como base la abertura del primer ángulo, se traza el segundo ángulo en la dirección del giro de las manecillas del reloj.
- c) El resultado de la resta será la diferencia que queda del primer ángulo.

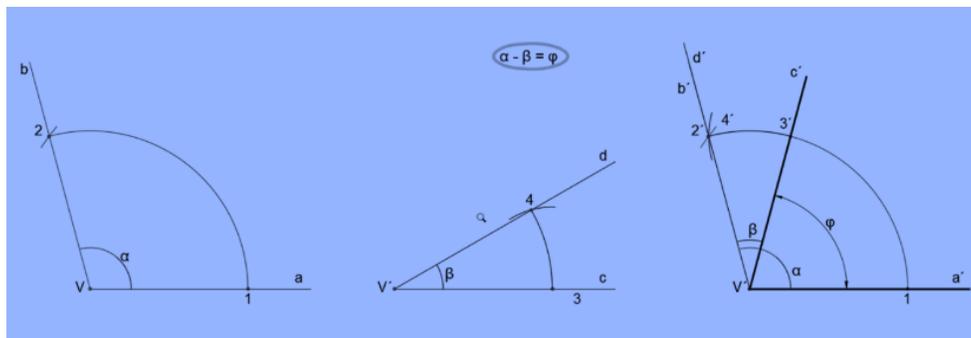


Imagen 43. Resta de ángulos. (Ramírez: 2018).

**La bisectriz de un ángulo** es la línea que parte del vértice y que divide al ángulo en dos ángulos iguales.

- **Trazo de la bisectriz de un ángulo**

- Tomando como centro el vértice del ángulo, con un radio cualquiera, trazar un arco que corte los lados del ángulo en los puntos C y C'.
- Con un radio visiblemente mayor a la mitad del arco y tomando como centros los puntos C y C' trazar dos arcos que se crucen para obtener el punto D.
- Trazar una recta que una el vértice y el punto D para obtener la bisectriz.

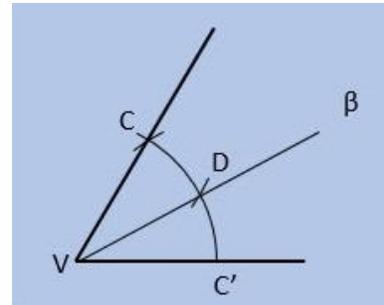


Imagen 44. Bisectriz de un ángulo. (Cadena: 2018).

- **División de un ángulo recto en 3 partes iguales**

- Tomando como centro el vértice del ángulo, con un radio cualquiera trazar un arco que corte los lados del ángulo en los puntos C y C'.
- Con el mismo radio y tomando como centros los puntos C y C' trazar dos arcos que crucen al primero para obtener los puntos D y D'.
- Trazar una recta que una el vértice y el punto D y otra que una el vértice con el punto D' para obtener tres ángulos iguales.

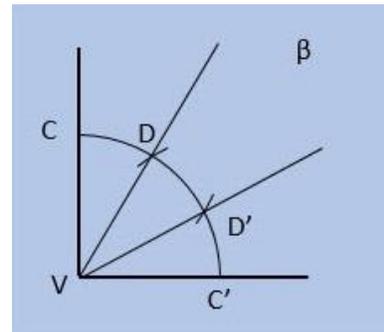


Imagen 45. División de un ángulo recto en 3 partes iguales. (Cadena: 2018).



**Para saber más...**

Consulta los libros de dibujo geométrico que se indican en la bibliografía y resuelve los ejercicios con otros métodos relacionados con el trazo de ángulos.

## Polígonos

### Definición de polígono

Es una forma geométrica que está compuesta por muchos lados, pudiendo estar los mismos dispuestos de manera regular o irregular. La palabra polígono proviene del griego y significa "muchos ángulos". Los polígonos son formas planas cerradas y se clasifican según su forma, por su número de lados y por la medida de sus lados y ángulos.

### Clasificación de los polígonos por su forma

- **Polígono convexo** todos sus ángulos internos son menores a  $180^\circ$ .
- **Polígono cóncavo** tiene alguno de sus ángulos internos mayor a  $180^\circ$ .
- **Polígono irregular** sus lados y ángulos no son iguales entre sí.
- **Polígono regular** sus lados y ángulos son iguales entre sí.

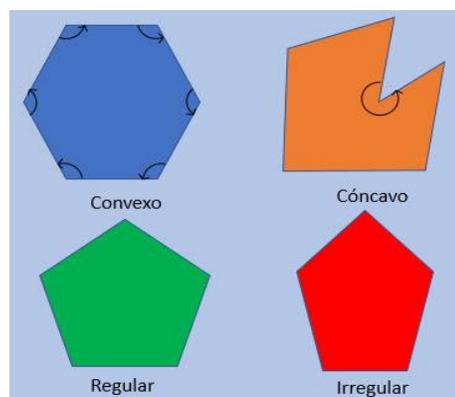


Imagen 46. Clasificación de polígonos. (Cadena: 2018).

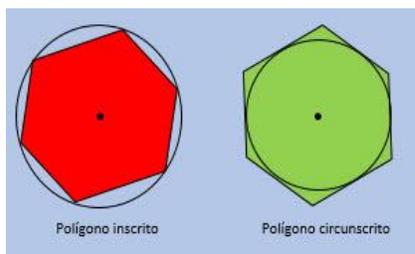


Imagen 47. Polígonos inscrito y circunscrito. (Cadena: 2018).

Sólo los polígonos regulares pueden ser inscritos en una circunferencia o circunscritos, ya que son equiláteros (todos sus lados tienen la misma longitud) y equiángulos (todos sus ángulos son iguales).

La diferencia entre éstos es que en los polígonos inscritos sus vértices son tangentes al círculo y en los polígonos circunscritos sus lados son tangentes a este.

### Partes de un polígono

- **Lados:** Son las rectas que unidas limitan el polígono y le dan forma.
- **Vértices:** Son los puntos donde concurren y se unen los lados.
- **Ángulos interiores:** La región de plano comprendida entre dos lados al cortarse en un punto llamado vértice.
- **Ángulos exteriores:** Región exterior al plano comprendida entre uno de sus lados y la prolongación del lado adyacente.

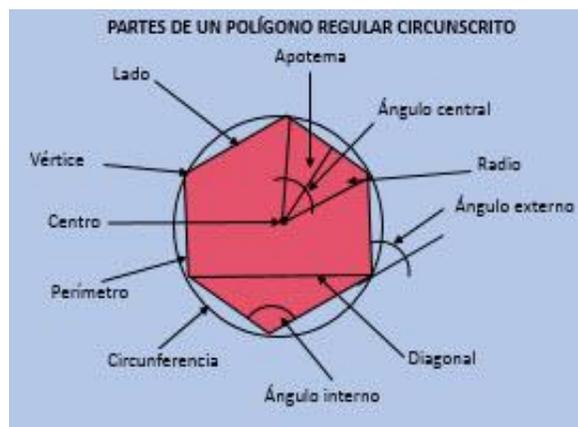


Imagen 48. Partes de un polígono regular circunscrito. (Cadena: 2018).

- **Diagonal:** son los segmentos que unen dos vértices no consecutivos. En los polígonos regulares el número de lados pares de una diagonal funciona como eje de simetría.
- **Perímetro:** perímetro de un polígono es la suma de las longitudes de sus lados.
- **Circunferencia:** forma que contiene al polígono el centro y el radio son referencias para el trazo de las partes del polígono.
- **Ángulo central:** es el ángulo que se forma entre los radios de dos vértices consecutivos.
- **Apotema:** es la línea que une el centro de la circunferencia con el punto medio de uno de los lados del polígono.

Los polígonos también se clasifican por su número de lados o ángulos, en el caso de los triángulos y cuadriláteros, éstos son nombrados así en general por su número de lados, pero en algunos casos cambian de nombre cuando se clasifican por las características que verás más adelante. A partir del pentágono los nombres corresponden a los polígonos regulares (que tienen ángulos y lados iguales entre sí) y cuando el polígono es irregular lo correcto sería llamarlo polígono de N lados. Algunos de los polígonos más conocidos son los siguientes:

Número de lados	Nombre del Polígono
3	Triángulo
4	Cuadrilátero
5	Pentágono
6	Hexágono
7	Heptágono
8	Octágono
9	Eneágono o nonágono
10	Decágono
11	Endecágono o undecágono
12	Dodecágono
13	Tridecágono
14	Tetradecágono
15	Pentadecágono



**Para saber más...**

Consulta tus libros o en sitios seguros de internet para conocer cómo se nombran los polígonos que tienen más lados, por ejemplo, de 20, 30, 50 y hasta 100 lados.

## Triángulos

Un triángulo es un polígono determinado por tres segmentos que se cortan dos a dos en tres puntos (no alineados, es decir, no colineales). Por lo tanto, un triángulo tiene 3 ángulos interiores ( $\Delta$ ,  $\beta$ ,  $\phi$ ), 3 ángulos exteriores, 3 lados ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ) y 3 vértices. ( $A$ ,  $B$ ,  $C$ ).

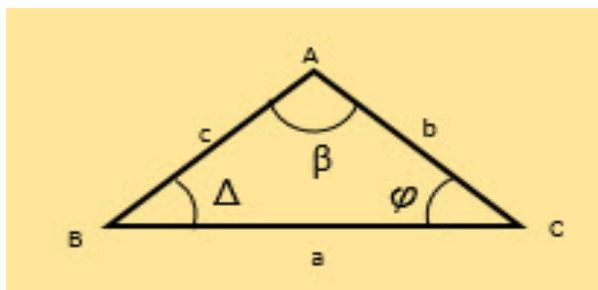


Imagen 49. Partes de un triángulo. (Cadena: 2018).

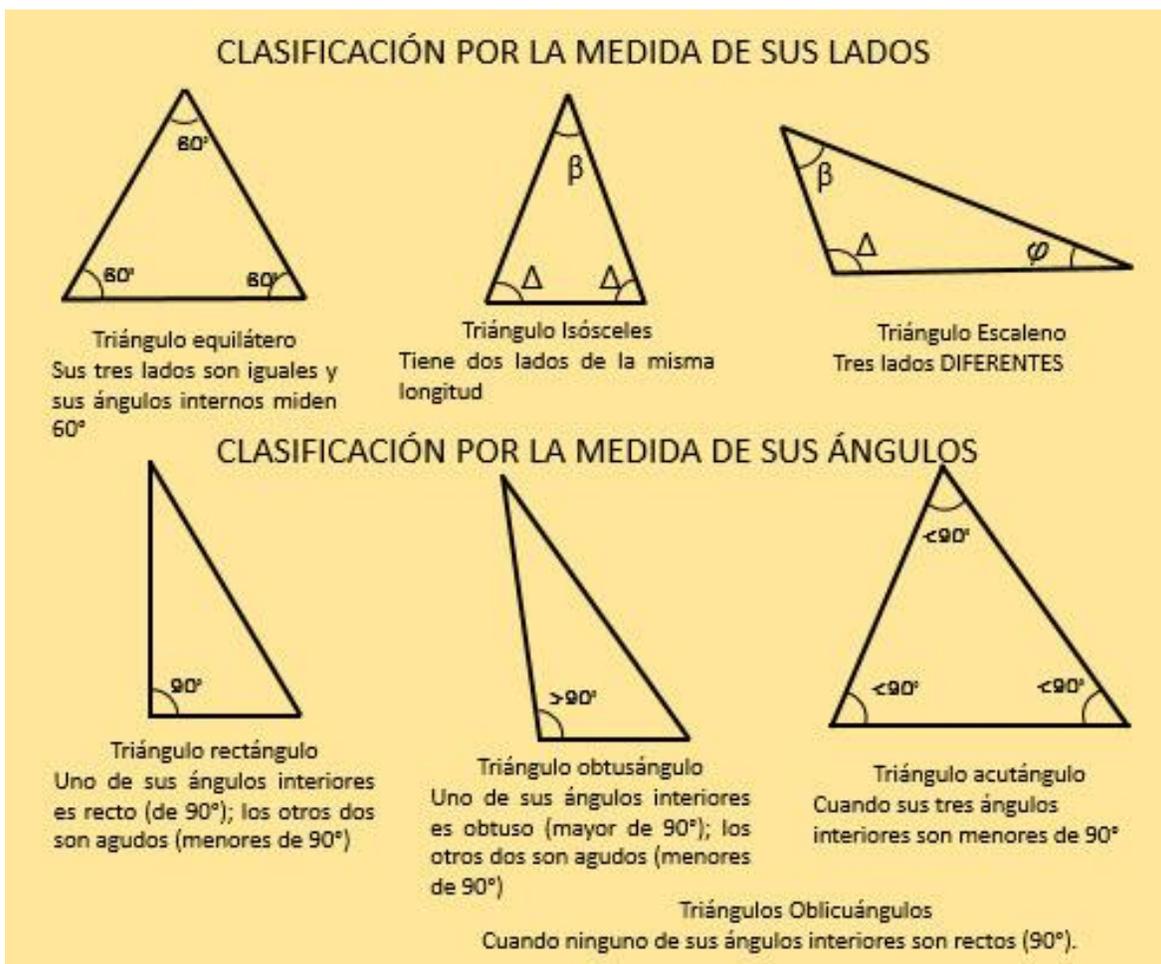


Imagen 50. Clasificación de los triángulos. (Cadena: 2018).



## Actividad 7

### Ejercicios de trazo geométrico de triángulos

#### Indicaciones

1. Dibuja los siguientes ejercicios de trazo geométrico, utiliza hojas de formato A4.
2. Traza un margen de 1 cm en los 4 lados del formato y divide el área de dibujo en cuatro partes iguales utilizando una línea vertical y otra horizontal que pasen por el centro del área.
3. Investiga los métodos de trazo de las imágenes que no tienen descripción del procedimiento.
4. Cuida la calidad del dibujo y utiliza adecuadamente los tipos de línea.

#### 1. Trazo de un triángulo equilátero conociendo la dimensión de sus lados

- a) Dibujar como base el segmento AB que será la dimensión de los lados del triángulo, sobre una línea auxiliar XX'.
- b) Trazar dos arcos tomando como radio la dimensión del segmento usando como centros los puntos A y B para obtener el punto C.
- c) Unir los puntos A y C, así como B y C para formar el triángulo equilátero.

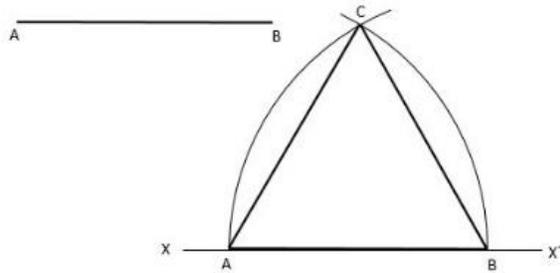


Imagen 51. Trazo de triángulo equilátero conociendo el lado AB. (Cadena: 2018).

#### 2. Trazo de un triángulo conociendo dos de sus lados y uno de sus ángulos

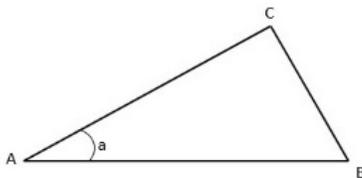
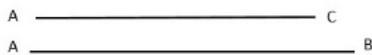


Imagen 52. Trazo de triángulo escaleno conociendo 2 lados y un ángulo. (Cadena: 2018).

- a) Trazar como base el segmento AB.
- b) Transportar la abertura del ángulo en el extremo A del segmento.
- c) Tomar como radio la medida del segmento AC para trazarlo sobre el lado del ángulo y localizar el punto C.
- d) Unir los puntos B y C para obtener el triángulo.

#### Ejercicios 3 y 4:

Investiga los métodos de trazo geométrico de los siguientes ejercicios y dibújalos.

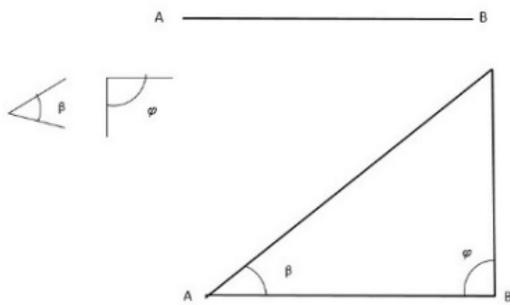


Imagen 53. Trazo de triángulo rectángulo conociendo 2 ángulos y un lado. (Cadena: 2018).

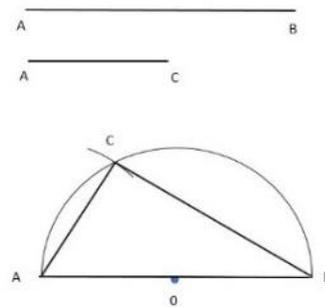


Imagen 54. Trazo de triángulo escaleno conociendo 2 lados y la hipotenusa. (Cadena: 2018).

## Cuadriláteros

Un cuadrilátero es un polígono de cuatro lados, cuatro ángulos interiores, cuatro ángulos exteriores y dos diagonales, los cuadriláteros tienen distintas formas.

Los cuadriláteros se clasifican por su forma y sus características en paralelogramos que son aquellos que tienen sus lados paralelos 2 a 2 (cuadrado, rectángulo, rombo y romboide) y los no paralelogramos que pueden tener dos lados paralelos y sus otros lados oblicuos (trapezios) o los que tienen todos sus lados oblicuos entre sí (trapezoides).

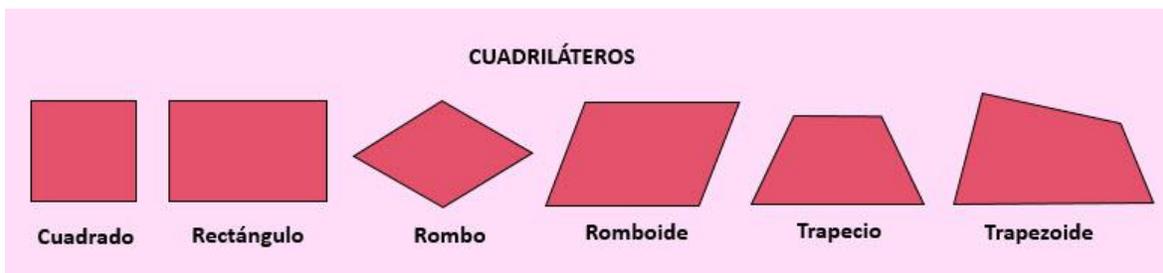


Imagen 55. Clasificación de los cuadriláteros. (Cadena: 2018).



## Actividad 8

### Ejercicios de trazo geométrico de cuadriláteros

#### Indicaciones

1. Dibuja los siguientes ejercicios de trazo geométrico, utiliza hojas de formato A4.
2. Trazo un margen de 1 cm en los 4 lados del formato y divide el área de dibujo en cuatro partes iguales utilizando una línea vertical y otra horizontal que pasen por el centro del área.

3. Consulta los libros de dibujo geométrico y busca los métodos de trazo de las figuras que no tienen descripción del procedimiento.
4. Utiliza adecuadamente los tipos de línea.

### 1. Trazo de un cuadrado conociendo la medida de sus lados

- a) Trazar un ángulo recto y conociendo el lado AB, tomar su medida como radio y trazar 2 arcos que corten a las perpendiculares para localizar los puntos B y C.
- b) Con el mismo radio, utilizando como centros los puntos B y C trazar 2 arcos para obtener el punto D.
- c) Unir los puntos CD y BD para formar el cuadrado.

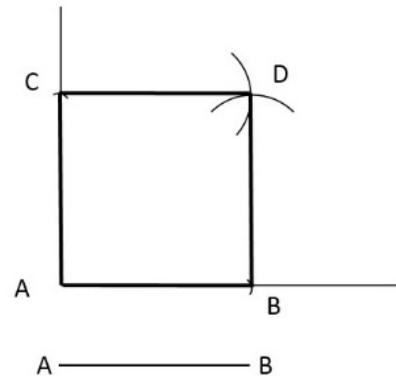


Imagen 56. Trazo de un cuadrado conociendo un lado. (Cadena: 2018).

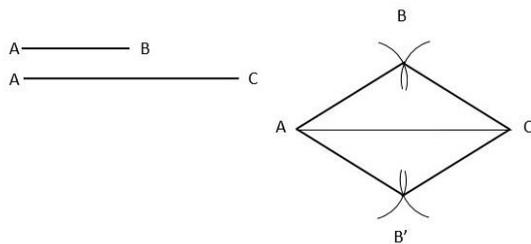


Imagen 57. Trazo de un rombo conociendo sus lados. (Cadena: 2018).

### 2. Trazo de un rombo conociendo su diagonal mayor y la medida de sus lados

- a) Trazar el eje mayor AC y tomar la medida de sus lados como radio AB.
- b) Tomando como centros los puntos A y C, trazar dos arcos hacia arriba y abajo para localizar los puntos B y B'.
- c) Unir los puntos A y C con los puntos B y B' para construir el rombo.

Observa las imágenes e investiga los métodos geométricos que corresponden al trazo del trapecio y el paralelogramo para realizar los ejercicios 3 y 4.

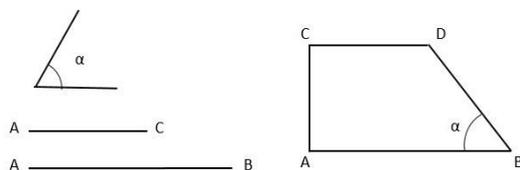


Imagen 58. Trazo de un trapecio conociendo dos lados y un ángulo. (Cadena: 2018).

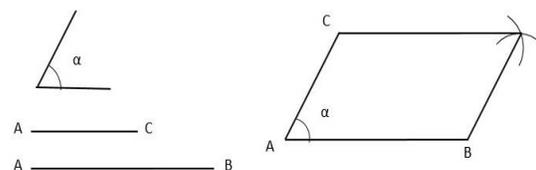


Imagen 59. Trazo de un paralelogramo conociendo dos lados y un ángulo. (Cadena: 2018).



### Para saber más...

Consulta los libros de dibujo geométrico que se indican en la bibliografía y resuelve los ejercicios de los cuadriláteros.

## Polígonos de 5 o más lados

Existen métodos para el trazo específico de algunas formas geométricas regulares como pentágono, hexágono, octágono y otros con gran precisión, como el siguiente ejemplo:

### Construir un pentágono conociendo la dimensión de sus lados

- Trazar el segmento AB, que corresponde a uno de los lados, prolongando hacia la derecha.
- Localizar P que es el punto medio de AB y trazar perpendiculares con longitud indefinida a partir de P y B.
- Tomando como centro el punto B se traza un arco con radio igual a AB, para localizar el punto C sobre la perpendicular del punto B.
- Tomando P como centro y un radio igual a la distancia PC, trazar un arco para localizar el punto D sobre la prolongación de AB.
- Haciendo centro en A, se toma AD como radio y se traza un arco para localizar el punto E sobre la perpendicular del punto medio P.
- Tomando como radio la medida de AB hacer centro en A, en B y en E para trazar arcos que se corten entre sí para localizar los puntos G y F.
- Unir en forma consecutiva los puntos A, F, E, G y B para dibujar el pentágono.

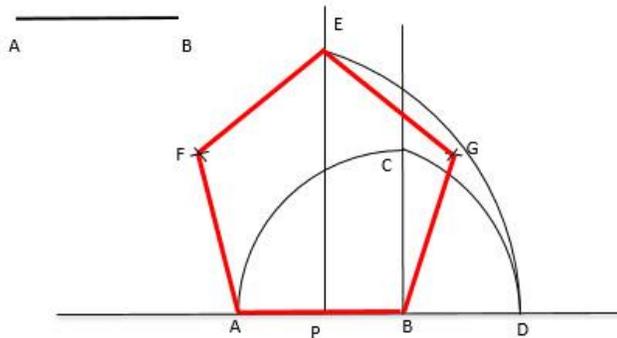


Imagen 60. Trazo de un pentágono regular conociendo el lado AB. (Cadena: 2018).

### ¿Sabías qué...?

Con el método general para el trazo de polígonos puedes trazar polígonos de cualquier número de lados.

## Método general para el trazo de polígonos

### Trazo de un decágono conociendo el lado AB

- Siendo AB el lado conocido del polígono, se hace centro en sus extremos y con AB como radio, se trazan arcos arriba y debajo del segmento que se cortan entre sí en los puntos C y C'.
- Trazar la perpendicular a AB de longitud indefinida uniendo los puntos C y C'.
- Unir los puntos C y B, a continuación, se divide el segmento CB en 6 partes iguales, trazando una línea auxiliar marcando con una regla 6 divisiones iguales, se une el punto 6 con el extremo B con línea auxiliar y tomando la inclinación de este trazo se dibuja una línea paralela en cada una de las divisiones del segmento auxiliar para dividir CB.
- Considerando el número total de lados del polígono a dibujar que será igual a N, utilizamos la fórmula de  $N-6= X$ .
- El resultado de la resta (X) será el número de partes que se toman como radio del segmento CB.
- En él se ve un decágono sustituyendo el número de lados en la fórmula queda:  $10-6=4$ .
- Se toma como centro el punto C con un radio igual a 4C y se traza un arco hacia arriba hasta la línea perpendicular CC' para localizar el punto O que será el centro de la circunferencia que contiene al polígono.
- Con centro en (O) y tomando como radio OA se traza una circunferencia.
- Tomando la medida del lado AB con el compás, se trazan arcos consecutivos partiendo de uno de los extremos de AB para localizar los puntos que formarán los 10 lados al unirlos.

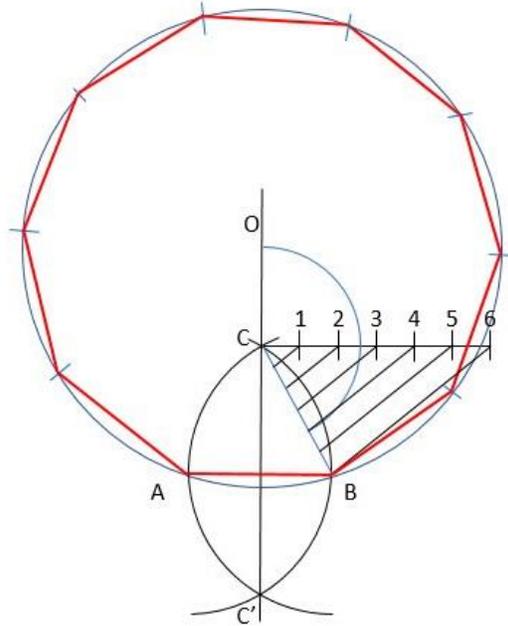


Imagen 61. Método general trazo de polígonos conociendo el lado AB. (Cadena: 2018).

#### Notas:

- En el caso de trazar un hexágono la resta sería  $6-6=0$  lo que indica que el centro de la circunferencia será el punto C.
- Cuando el polígono tenga menos de seis lados el resultado de la resta será negativo por ejemplo  $5-6=-1$ , entonces se tomaría la sexta parte del segmento CB y el arco se trazaría hacia abajo para localizar el punto O.



## Actividad 9

### Ejercicios de trazo geométrico de polígonos de 5 o más lados

#### Indicaciones

1. Dibuja los siguientes ejercicios de trazo geométrico, utiliza hojas de formato A4 en sentido horizontal.
2. Traza un margen de 1 cm en los 4 lados del formato y divide el área de dibujo en 4 partes iguales utilizando una línea horizontal que pase por el centro del área de dibujo.
3. Investiga y practica los métodos de trazo de las imágenes siguientes.
4. Utiliza el método general para el trazo de polígonos y dibuja un heptágono y un eneágono, los ejercicios deben tener características similares al ejemplo de la imagen 61.

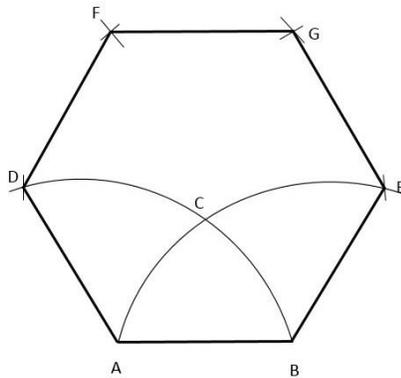


Imagen 62. Trazo de un hexágono conociendo el lado. (Cadena: 2018).

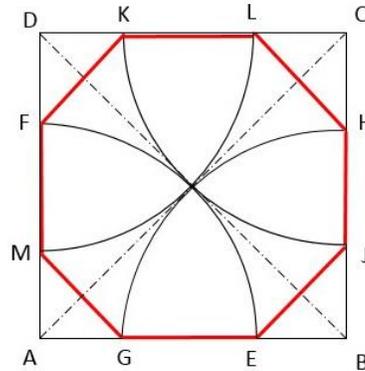


Imagen 63. Trazo de un octágono inscrito en un cuadrado. (Cadena: 2018).

### Secciones Cónicas

Las curvas cónicas planas, se generan con la intersección de un cono recto con un plano cuya posición no pasa por el vértice.

La posición del plano de corte respecto al eje y la base de dicha superficie determina dos formas curvas cerradas (circunferencia y elipse) y 2 formas curvas abiertas (parábola e hipérbola).

¿Cómo se generan los cortes de las cónicas?

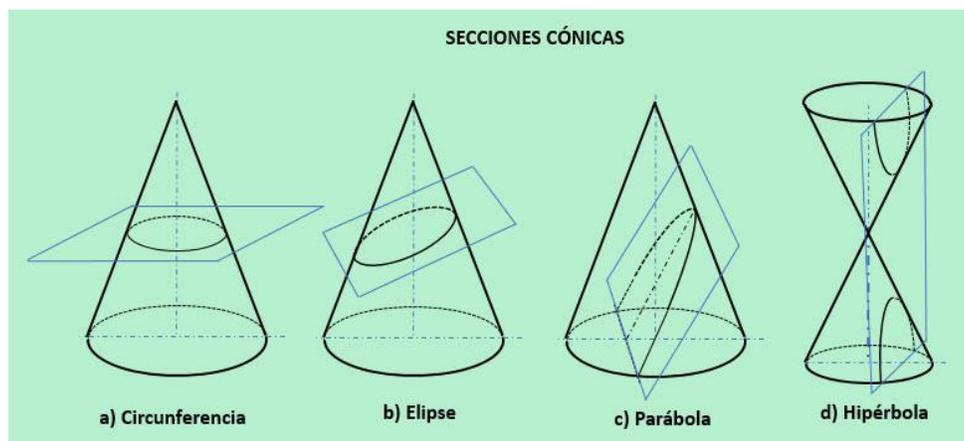


Imagen 64. Generación de las secciones cónicas. (Cadena: 2018).

### **Circunferencia**

Se genera con un plano paralelo a la base del cono (a).

La circunferencia es una forma cerrada, generada por una sucesión de puntos equidistantes al punto llamado centro.

### **Elipse**

El plano que la genera tiene una inclinación con un ángulo menor al ángulo de inclinación de la generatriz de la superficie cónica con respecto a su base (b).

La elipse es la curva cerrada en la que la suma de las distancias que hay desde cualquiera de sus puntos a otros dos puntos fijos llamados focos ubicándose sobre su eje mayor y son constantes.

### **Parábola**

El plano de intersección que la genera es paralelo a la generatriz de la superficie del cono (c).

Una parábola es una curva abierta, plana, cuyo conjunto de puntos guardan la misma distancia respecto a una recta directriz y a un punto fijo denominado foco que no pertenece a la misma. Curva abierta, simétrica con respecto a un eje, con un solo foco, y que resulta de cortar un cono circular recto por un plano paralelo a una generatriz.

### **Hipérbola**

Se genera con un plano paralelo al eje, la doble curva simétrica se genera al cortar los conos que se forman al prolongar la generatriz cónica (d).

La hipérbola se define como el lugar geométrico en donde los puntos del plano configuran una curva abierta de dos ramas, ahí se encuentra la diferencia entre las distancias de los puntos que forman las ramas a dos puntos fijos, denominados focos y es constante e igual a la distancia que existe entre los vértices de la hipérbola sobre el eje real.

### **Circunferencia**

Antes de realizar ejercicios geométricos relacionados con la circunferencia es necesario conocer sus elementos y la diferencia entre circunferencia y círculo.

Los elementos de la circunferencia son:

**Centro:** es el punto equidistante a todos los puntos que forman la circunferencia.

**Arco:** es una sección de la circunferencia.

**Radio:** es la recta que une el centro con cualquier punto de la circunferencia.

**Cuerda:** recta que no pasa por el centro y que une dos puntos cualesquiera de una circunferencia.

**Diámetro:** línea recta que pasa por el centro y que une dos puntos de la circunferencia.

**Recta secante:** línea recta que corta dos puntos cualesquiera de la circunferencia.

**Recta tangente:** línea recta que toca en un sólo punto a la circunferencia, sin importar donde se coloque siempre será perpendicular al radio.

Como ya se mencionó antes, la circunferencia es la forma plana cerrada en la que todos los puntos que la forman son equidistantes al centro a diferencia del círculo que está formado por puntos no equidistantes al centro que forman una superficie contenida por una circunferencia.

Los métodos de trazo geométrico relacionados con la división de la circunferencia en N partes están estrechamente relacionados con el trazo de polígonos, ya que al dividir geoméricamente una circunferencia se genera el trazo de un polígono regular inscrito.

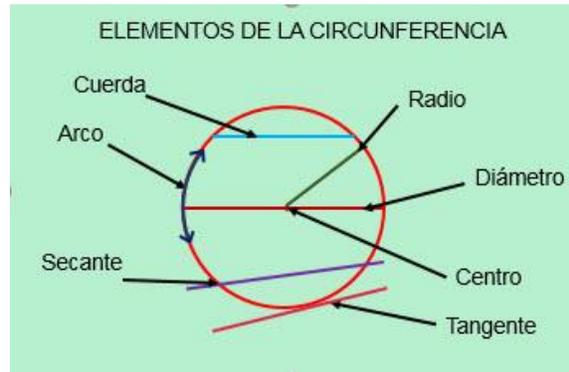


Imagen 65. Elementos de la circunferencia.

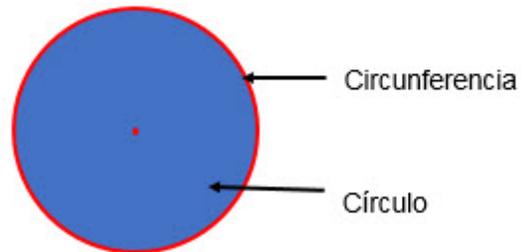


Imagen 66. Circunferencia y círculo. (Cadena: 2018).



## Actividad 10

### Ejercicios de trazo geométrico de circunferencia

#### Indicaciones

1. Dibuja los siguientes ejercicios de trazo geométrico utilizando hojas de formato A4.
2. Traza un margen de 1 cm en los 4 lados del formato y divide el área de dibujo en cuatro partes iguales utilizando una línea horizontal que pase por el centro del área de dibujo.
3. Dibuja un ejercicio centrado en cada espacio.
4. Investiga y practica los métodos de trazo de las imágenes 69 y 70.
5. Utiliza adecuadamente las calidades de línea.

#### 1. División de una circunferencia en seis partes iguales

- a) Trazar la circunferencia con un radio cualquiera.
- b) Trazar el diámetro AB.
- c) Con el mismo radio. Apoyando el centro en el punto A, se trazan dos arcos que corten a la circunferencia para obtener los puntos C y D. Repetir la operación apoyando el centro en el punto B para obtener los puntos E y F.
- d) Se unen los puntos en AD, DF, FB, BE, EC y CA formando un hexágono inscrito.

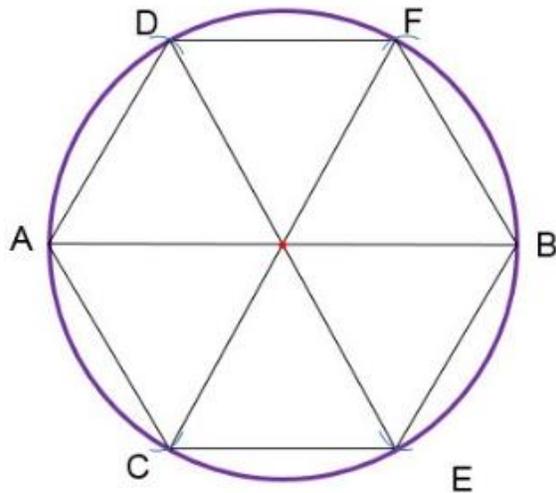


Imagen 67. Hexágono inscrito. (Cadena: 2018).

#### 2. División de una circunferencia en ocho partes iguales

- a) Trazar dos diámetros iguales perpendiculares entre sí, AB y CD.
- b) Con centro en los puntos A y D, utilizando un radio cualquiera visiblemente mayor a la mitad de la abertura del ángulo, se trazan dos arcos para obtener la bisectriz del ángulo AC, donde la bisectriz corta a la circunferencia obtenemos el punto E, al repetir el procedimiento con el ángulo BC se obtiene el punto F.

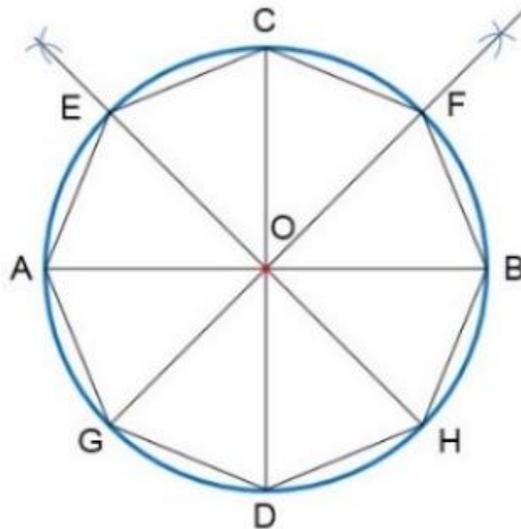


Imagen 68. Octógono inscrito. (Cadena: 2018).

- c) Prolongar las bisectrices para trazar los diámetros de los puntos E y F para obtener los puntos G y H.
- d) Unir los puntos AE, EC, CF, FB, BH, HD, DG y GA para obtener un octágono inscrito cuyos vértices dividen la circunferencia en ocho partes iguales.

Observa las imágenes para investigar los métodos de trazo y realiza los ejercicios 3 y 4.

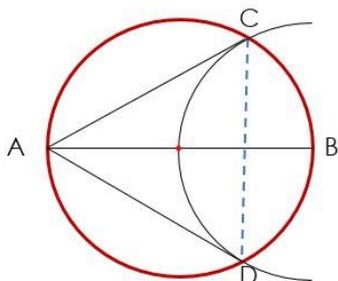


Imagen 69. División de la circunferencia en tres partes iguales. (Cadena: 2018).

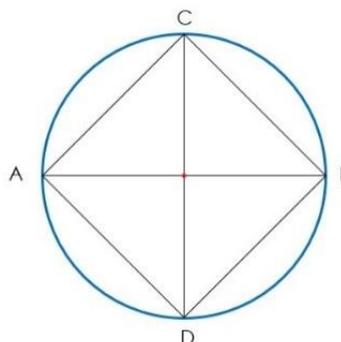


Imagen 70. División de la circunferencia en cuatro partes iguales. (Cadena: 2018).

## Elipse

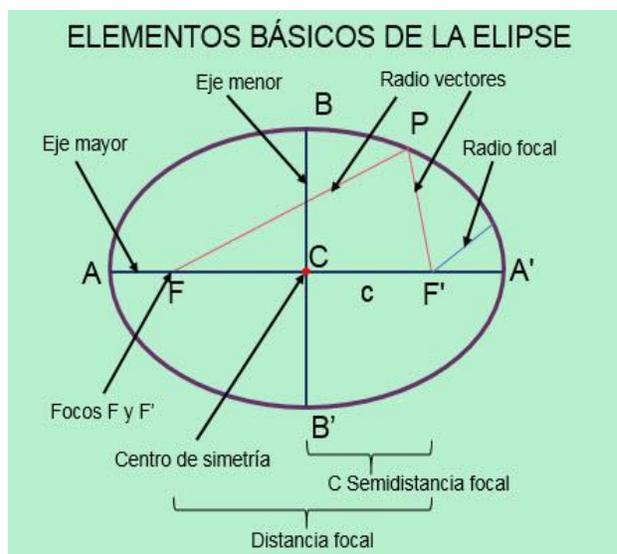


Imagen 71. Elementos básicos de la elipse. (Cadena: 2018).

### Elementos básicos de la elipse

- **Focos (F-F')**: son los puntos fijos que determinan las distancias de todos los puntos que forman la elipse.
- **Eje mayor o focal (AA')**: es la recta que pasa por los focos.
- **Eje menor (BB')**: es la mediatriz del segmento FF'.
- **Centro o centro de simetría (C)**: es el punto de intersección de los ejes.
- **Radio Vectores**: son los segmentos que van desde un punto de la elipse a los focos PF y PF'.
- **Distancia Focal**: es el segmento FF', es el valor de la semi distancia focal.
  - **Semidistancia Focal**: es el segmento entre el centro y uno de los focos.
  - **Vértices**: son los puntos de intersección de la elipse con los ejes AA' y BB'.



## Actividad 11

### Ejercicios de trazo geométrico de elipse

#### Indicaciones

1. Dibuja los siguientes ejercicios de trazo geométrico, utiliza hojas de formato A4 en sentido horizontal.
2. Traza un margen de 1 cm en los 4 lados del formato y divide el área de dibujo en cuatro partes iguales utilizando una línea horizontal que pase por el centro del área de dibujo.
3. Dibuja un ejercicio centrado en cada espacio.
4. Utiliza adecuadamente las calidades de línea.

#### 1. Trazo de una elipse con ayuda de dos circunferencias

- a) Dibuja perpendicularmente los ejes de la elipse, el eje de mayor  $AA'$  en sentido horizontal y el menor  $BB'$  vertical.
- b) Tomando como radio la distancia  $CA$  dibujar una circunferencia con centro en el punto de intersección de los ejes  $C$ .
- c) Prolongar el eje menor hasta tocar la circunferencia y con el mismo radio trazar pequeños arcos, haciendo centro en cada uno de los cuatro puntos que tocan los ejes con la circunferencia para dividirla en doce partes iguales.
- d) Tomando como radio la distancia  $CB$  dibujar una circunferencia concéntrica con la anterior cuyo diámetro será igual al eje menor.
- e) Utilizando como guía los arcos que dividen a la circunferencia con diámetro igual al eje mayor trazar los ejes de simetría pasando por el centro.
- f) Por cada uno de los puntos de división de la circunferencia mayor se trazan líneas verticales, y por los puntos de la circunferencia menor se trazan líneas horizontales que se prolongan hasta cortar a las verticales cuyas intersecciones serán puntos tangentes al perímetro de la elipse.
- g) Por último, en cada intersección de líneas horizontales y verticales, se da un punto tangente del perímetro de la elipse estos puntos se deben unir con ayuda de una pistola de curvas considerando los puntos extremos de los ejes mayor y menor hasta formar la elipse.

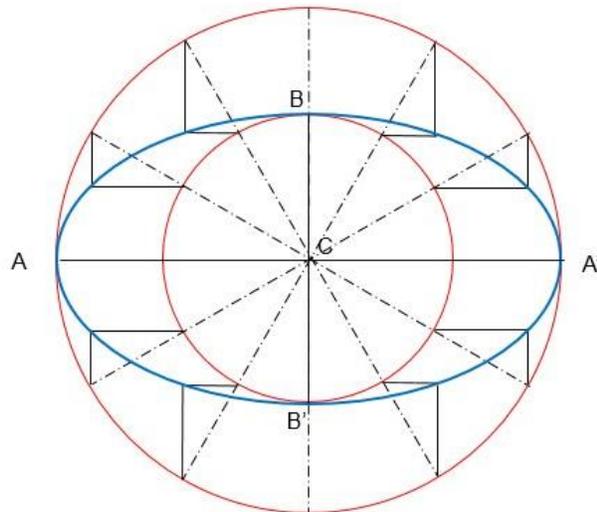


Imagen 72. Trazo de la elipse mediante dos circunferencias. (Cadena: 2018).

2. Observa la imagen e investiga el método de trazo de la elipse para trazar el ejercicio.

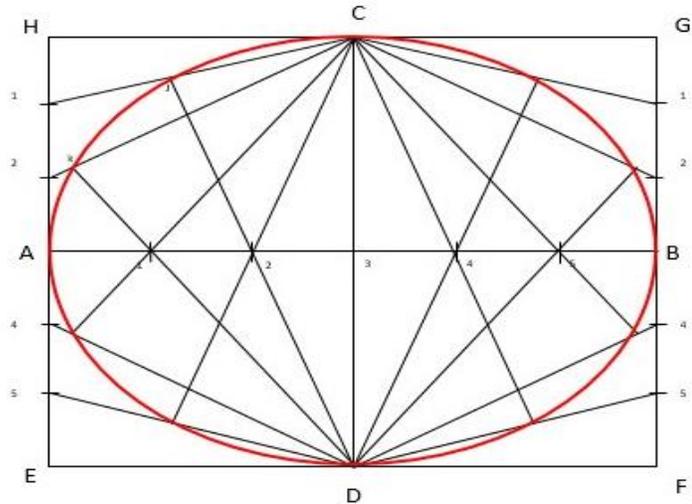
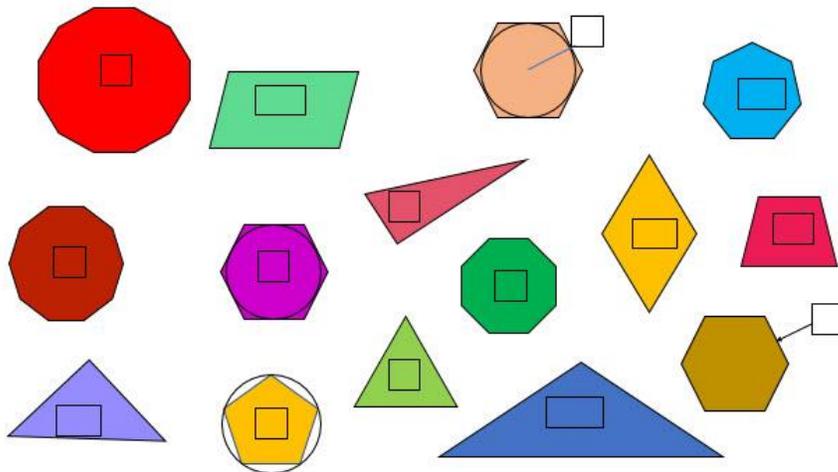


Imagen 73. Trazo de la elipse tangente a los lados de un rectángulo. (Cadena: 2018).



### Actividad 12

Coloca en los cuadros el número que corresponde al nombre de la imagen.



1	OCTÁGONO
2	APOTEMA
3	PERÍMETRO
4	DODECÁGONO
5	DECÁGONO
6	POLÍGONO INSCRITO
7	POLÍGONO CIRCUNSCRITO
8	TRIÁNGULO EQUILÁTERO
9	TRIÁNGULO RECTÁNGULO
10	HEPTÁGONO
11	CUADRILÁTERO
12	TRAPECIO
13	ROMBO
14	ISÓSCELES
15	OBTUSÁNGULO

Imagen 74. Identificación de las formas geométricas. (Cadena: 2018).



### Actividad 13

#### Identificación de los elementos de la circunferencia

Escribe en las líneas los nombres de los elementos de la circunferencia, al terminar verifica tus respuestas en la sección de respuestas y rubricas de evaluación.

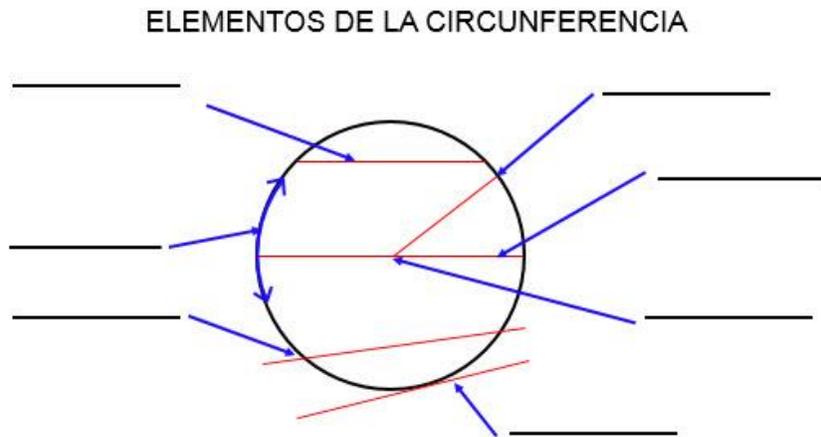


Imagen 75. Identificación de los elementos de la circunferencia. (Cadena: 2018).



### Actividad 14

#### Identificación de los elementos de la elipse

##### Indicaciones

1. Escribe en los cuadros los números que relacionan el nombre de cada elemento de la elipse.

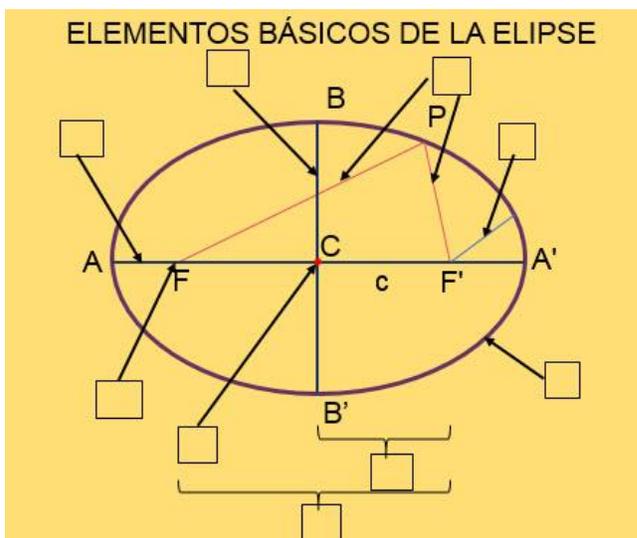


Imagen76. Identificación de los elementos básicos de la elipse. (Cadena: 2018).



## 1.4 El lenguaje técnico básico: códigos y representación técnica normalizada

El dibujo geométrico o técnico es el dibujo lineal realizado con instrumentos de dibujo, que se basa en un lenguaje gráfico en el que se han establecido normas para la utilización de códigos, signos y símbolos, métodos geométricos de trazo y técnicas que permiten al dibujante o diseñador representar con precisión sus ideas para la construcción de los objetos.

El lenguaje técnico y los códigos de representación se relacionan con los diferentes temas del programa de estudio.

Para representar los objetos mediante el lenguaje técnico normalizado es necesario conocer algunos aspectos de las normas DIN (que establecen los estándares técnicos para el aseguramiento de la calidad en productos industriales y científicos, Alemania) y también algunos aspectos de las normas ISO (International Organization for Standardization), institución internacional encargada de establecer normas de fabricación, comercio y comunicación en todo el mundo.

Algunos aspectos relacionados con la asignatura Dibujo Constructivo II son:

- Las dimensiones del formato de trabajo ISO serie A.
- El margen mínimo para los formatos A0 y A1, debe ser de 20 mm y para los formatos A2, A3 y A4 el margen mínimo es de 10 mm.
- La rotulación y uso de cuadro de datos de identificación del proyecto.
- El uso de los materiales e instrumentos de dibujo.
- Técnicas de expresión como croquis, esquemas, diagramas, láminas técnicas y planos.
- El uso de códigos y símbolos indicadores de referencia entre el todo y las vistas de los objetos.
- Uso de los diferentes elementos de los sistemas de proyección y vistas exteriores y secciones de los objetos.
- La representación de tipos de línea para las partes del dibujo y simbología, espesor y calidad de línea para trazos de referencia y definitivos.
- El uso y aplicación adecuada de las escalas y las acotaciones.

Al conocer y desarrollar los diferentes temas de estudio de la asignatura, se aplican las normas y técnicas básicas para el dibujo geométrico; las identificarás al practicar los diferentes métodos de trazo, técnicas de representación gráfica, medición, acotación y la metodología para la presentación de trabajos.



## 1.5. La escala en el dibujo de los objetos

### 1.5.1 Escala de dibujo

¿Qué se necesita para dibujar objetos muy grandes o edificios en un formato de papel pequeño?, ¿cómo dibujar objetos muy pequeños o microscópicos en un tamaño grande para poder apreciar sus detalles?

La escala es la relación que existe entre las dimensiones de un objeto real y la proporción que se utiliza para representarlo en un dibujo. Existen básicamente 3 tipos de escala: escala natural, escala de ampliación y escala de reducción.



Imagen 77. Ejemplo de escala natural 1:1.  
(Cadena: 2018).

- Escala natural que refiere las proporciones del objeto real con sus mismas dimensiones, su proporción se indica 1:1, el cual refiere que el tamaño del objeto coincide con el tamaño del dibujo. Se utiliza para representar objetos que no excedan las dimensiones del formato de trabajo.

Observando el ejemplo, tenemos una llave que es un objeto en tamaño real y el dibujo del mismo objeto escala 1:1, entonces la fotografía del objeto y el dibujo tienen las mismas proporciones.

- La escala de ampliación refiere las proporciones del objeto real multiplicando sus dimensiones, su proporción se indica como X:1, en donde X indica la proporción en la que se amplifica el dibujo con respecto al tamaño del objeto real. Esta escala se utiliza en imágenes científicas, piezas electrónicas, objetos mecánicos muy pequeños y joyería.



Imagen 78. Ejemplo de escala 2:1. (Cadena: 2018).

Observando el ejemplo escala 2:1, la fotografía del objeto representa su tamaño real y el dibujo amplifica al doble sus proporciones.

- Escala de reducción refiere las proporciones del objeto real reduciendo sus dimensiones, su proporción se indica 1:X, en donde X indica la proporción en la que se reduce el dibujo con respecto al tamaño real del objeto. Esta escala se utiliza en la fabricación de objetos, ingeniería, arquitectura, urbanismo, geografía y otros. Observando el ejemplo escala 1:2, la fotografía del objeto representa su tamaño real y el dibujo reduce a la mitad sus proporciones.



Imagen 79. Ejemplo de escala 1:2. (Cadena: 2018).

### 1.5.2 El escalímetro y los sistemas de medición

El uso del escalímetro ligado a los sistemas de medición en México en donde utilizamos generalmente el sistema métrico que se basa en el metro patrón de longitud creado con una barra de platino e iridio depositado en las oficinas del Sistema Internacional de pesos y medidas en París en el año 1796 pero en otros países se utiliza el sistema inglés en pies y pulgadas.

La Asamblea Nacional Constituyente Francesa debatió sobre la necesidad de establecer un sistema de pesos y medidas uniforme que se aplicaría en Francia y también internacionalmente, esto debía estar ligado con una medida invariable que se pudiera medir con alta precisión. Una comisión de la Academia Ciencias francesa creó un sistema de medición simple y científico, propusieron que esta unidad tenía que ser una porción de la circunferencia de la tierra, se determinó que la medida fuera una diezmilésima parte de la distancia del Polo Norte al Ecuador de la tierra, sobre el meridiano que pasa por París. La unidad de medición fue definida por Joseph-Luis Lagrange y Pierre Simon Laplace entre otros en 1791 en el año de 1793 y recibe el nombre de “metro”.



Imagen 80. Metro patrón. (Centro Español de metrología. eGeoMapping: 2018).

En 1875 se firmó el tratado del metro y se crearon las barras con una composición de platino 90% e iridio 10% tomando como patrón la medida del metro original. Actualmente la definición válida para el metro se redefinió en el año 1983 por el XVII Consejo de Pesas y Medidas -CGPM- como “la longitud del camino atravesado por la luz en el vacío durante un intervalo de tiempo de  $1/299'792,458$  de un segundo”. Esta definición fija la velocidad de la luz en  $299'792,458$  metros por segundo exactamente.

Existen varias formas de escalímetro, pero el más conocido es el que tiene forma de prisma triangular que en cada una de sus caras tiene 2 escalas de reducción usualmente 1:50, 1:75, 1:100, 1:125, 1:200 y 1:250, estas son escalas que se usan para el diseño de objetos de uso cotidiano, ingeniería, arquitectura y urbanismo.



Imagen 11. Escalímetro.  
(Cadena: 2018).

El escalímetro de abanico tiene las mismas funciones cuenta con 5 reglas que contienen 2 escalas cada una, usualmente 1:10, 1:15, 1:20, 1:25, 1:30, 1:33<sup>1/3</sup>1:40, 1:50, 1:75 y 1:125.



Imagen 12. Ferrer Echelle de reducciónOutCutchAbánico.  
(Ferrer: 2018).



Para saber más acerca de los sistemas de medición puedes consultar las siguientes páginas:

[https://historiaybiografias.com/el\\_metro/](https://historiaybiografias.com/el_metro/)

<https://algarabia.com/a-ciencia/quien-invento-el-metro/>

### 1.5.3 Acotaciones

Cuando diseñamos un objeto o queremos representar un objeto existente utilizamos la escala, pero es necesario indicar cuáles son sus dimensiones, para ello utilizamos las acotaciones.

¿Qué es la acotación de un dibujo?

La acotación es la indicación de las medidas reales de un objeto representado gráficamente, la indicación de las acotaciones es independiente de la escala en la que el objeto ha sido representado, se deben colocar las cotas necesarias para indicar todas las proporciones de las formas que pueden ser formadas por trazos rectos, curvos, circulares o angulares.

Para dibujar las cotas debemos conocer sus elementos que son los siguientes:

**a) Líneas de referencia o líneas auxiliares de cota:** que son las que indican los puntos extremos de inicio y fin de la dimensión que se va a indicar, se representan con una línea continua muy fina perpendicular a la línea de la dimensión del dibujo lo más cercano posible, pero sin llegar a tocarlo.

**b) Línea de cota:** es una línea fina paralela a la dimensión que se quiere indicar que se limita con las líneas de referencia, sobre ella se coloca la cifra que representa la medida.

**c) Indicadores o flechas de cota:** son símbolos que se colocan en la intersección de las líneas de referencia y la línea de cota para resaltar los extremos de la medida en el dibujo geométrico generalmente se utilizan flechas, pero se pueden utilizar otros símbolos pequeños como línea diagonal, círculo, punto y otros.

**d) Cifra de cota:** que indica la cantidad numérica que representa la medida de la acotación.

Observa algunos ejemplos de acotación, cuando la cota es lineal se refieren los extremos del segmento a medir, pero cuando la acotación se refiere a un arco o círculo se refiere el centro y un punto del perímetro para indicar el radio y el numeral se acompaña con R= o 2 puntos tangentes que se referencien con el centro del círculo para indicar el diámetro y el numeral se acompaña con D= o el símbolo  $\emptyset$ , cuando queremos acotar un ángulo de inclinación se traza un arco en sentido contrario a las manecillas del reloj con una flecha en el límite de abertura del ángulo y el numeral se indica en grados.

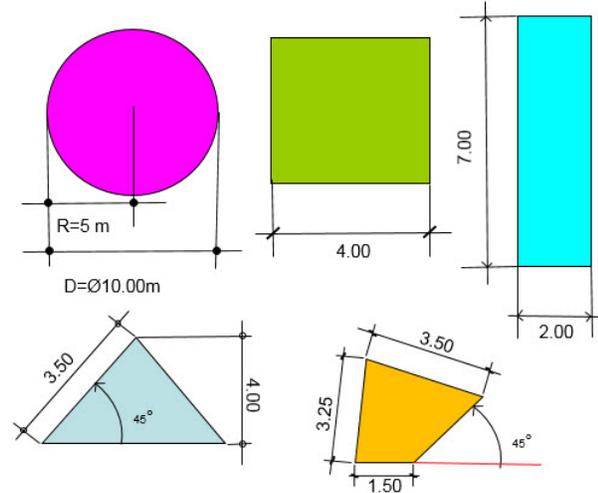


Imagen 81. Ejemplos de acotaciones. (Cadena: 2018).



Para saber más acerca de las acotaciones consulta el sitio <https://www.rua.unam.mx/>, Recursos del Área 1: Físico Matemáticas y de Ingenierías, sección 1610 Dibujo Constructivo II, Unidad II Tecnología básica del Dibujo Constructivo, PDF Acotación.



### Actividad 15

#### Dibujo de objetos a escala y uso de las acotaciones

##### Indicaciones

1. Utiliza hojas de formato A3 en sentido horizontal para realizar el ejercicio.
2. Traza un margen de 1cm en los 4 lados del formato.
3. Observa la imagen 82. considera las medidas de las cotas para dibujar el ejercicio en las siguientes escalas 1:100, 1:125, 1:250, 1:75 y 1:50.
4. Antes de iniciar el dibujo, utiliza el escalímetro para calcular el tamaño total de la imagen (largo y ancho), mide el espacio que ocupará en las escalas indicadas para distribuir las imágenes en forma equilibrada en toda la lámina.
5. Cada dibujo debe contar con todos los elementos del ejemplo y las acotaciones.

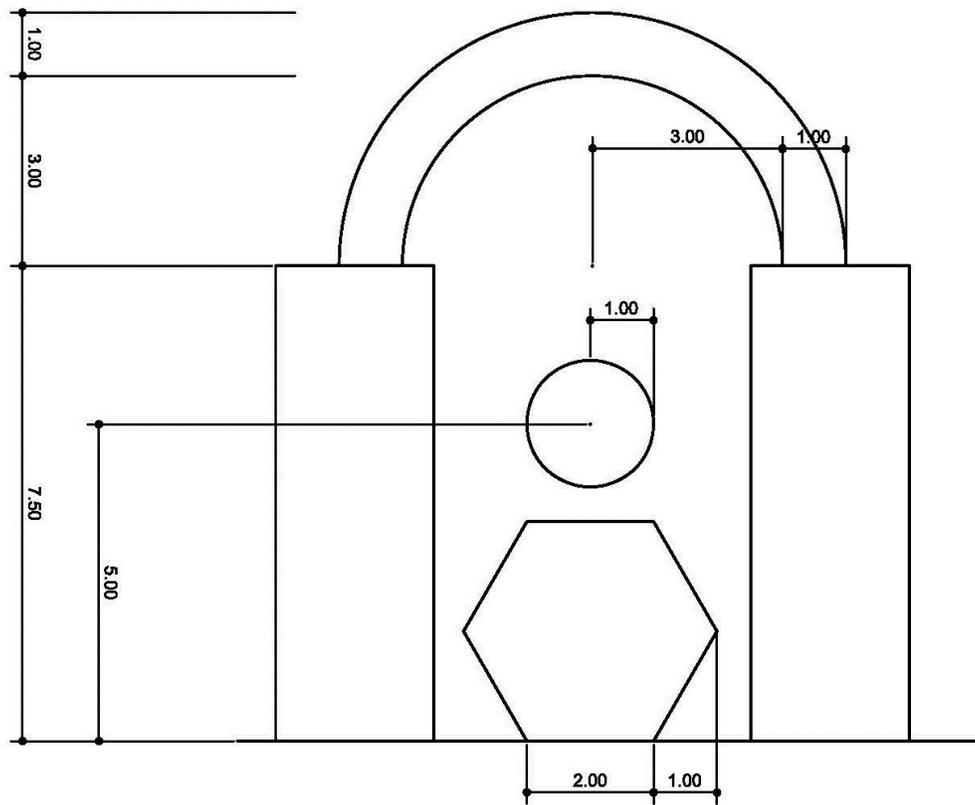


Imagen 82. Ejercicio de escalas y acotaciones. (Cadena: 2018).  
Utiliza los números de las unidades de medida de las cotas para dibujar a  
escala el dibujo.



## 1.6. Investigación en fuentes digitales sobre el desarrollo social y productivo basado en el dibujo constructivo

En la asignatura Dibujo Constructivo II, el trabajo de investigación es muy importante para conocer y difundir información teórica, técnica, gráfica y metodológica acerca de los temas del Programa de Estudio; podemos consultar libros, revistas, dibujos y láminas, pero actualmente es muy importante **saber buscar información en los medios electrónicos**; esto se refiere a **verificar que la información que se presenta en la red provenga de fuentes confiables**, que nos proporcionen datos y conceptos reales, correctos y verificables con el apoyo de libros escritos por profesionales que conocen las técnicas, métodos de trazo del dibujo y la geometría.

Como has visto en los temas anteriores el dibujo geométrico se relaciona y aplica de manera cotidiana en el diseño de todos los objetos que utilizamos, en los objetos que forman parte del medio natural y los espacios del medio ambiente creado por el ser humano.

A través del tiempo se desarrollaron las técnicas y métodos para el dibujo geométrico en diferentes épocas de la historia, ya que el hombre ha diseñado objetos y espacios para satisfacer sus necesidades de con ayuda de utensilios, objetos y espacios que forman parte del desarrollo productivo y socio cultural. El conocimiento de los métodos de trazo geométrico es básico para expresar las ideas y para diseñar también las maquinarias y los procesos de fabricación todo esto impulsa el desarrollo productivo de las sociedades.



## 1.7 Aplicación de los métodos geométricos para el trazo de formas bidimensionales a mano alzada con instrumentos, manuales y/o recursos digitales

En esta unidad del programa se desarrollan los métodos de trazo para la solución de problemas geométricos relacionados con el uso de los elementos gráficos básicos, el dibujo de las formas planas es la base que nos permitirá comprender métodos de trazo geométrico más complejos para representar volúmenes y espacios que se estudiarán en las unidades subsecuentes del programa de estudio.

Con la práctica del dibujo adquirimos conocimientos que forman un lenguaje gráfico que nos permite expresar nuevas ideas que surgen de la imaginación y la aplicación de la creatividad para aplicarlas en el diseño. Durante mucho tiempo la representación geométrica de objetos, herramientas y construcciones se realizaba manualmente con apoyo de los instrumentos de dibujo, con el desarrollo industrial se revolucionan las técnicas y se combinan la expresión gráfica manual con los procesos mecánicos para la fabricación de los objetos con mayor precisión.

La creación de los sistemas de cómputo, y los sistemas digitales para la fabricación de objetos revoluciona día a día los procesos de diseño, expresión gráfica y fabricación, pero para los profesionales de todas las ramas del diseño sigue siendo necesario el conocimiento del lenguaje normalizado de la geometría y los métodos de trazo geométrico el dibujo manual permite a los diseñadores utilizar las herramientas digitales que facilitan el trabajo para la expresión gráfica y la producción en serie de todos los objetos que forman parte de su entorno.



## **1.8. Uso de técnicas manuales y/o digitales para el trazo geométrico de formas planas**

Complementario al uso de los métodos geométricos como medio de expresión, es necesario conocer y practicar diversas técnicas de dibujo que permitan establecer diferentes modos de presentación de los proyectos creativos.

Las técnicas de dibujo nos permiten expresar con mayor facilidad las ideas dependiendo del objetivo para el que vamos a utilizar el dibujo. La utilización de croquis o dibujos libres a mano alzada facilita la representación de objetos y escenas espaciales sin necesidad de aplicar una escala de medición exacta, por ejemplo cuando los diseñadores comienzan a estructurar una idea para un anteproyecto dibujan croquis que expresan las formas previas a un diseño final para fabricar un objeto o construir una edificación en arquitectura, la primera idea expresada en croquis, se dibujará nuevamente utilizando otras técnicas con lápiz o tinta para expresar con precisión las formas a escala, con acotaciones y especificaciones técnicas constituyendo el proyecto final del diseño para poder fabricar el objeto o para construir una edificación.

Las técnicas gráficas a lápiz para el diseño industrial y de ingeniería, permiten el trazo básico de los diseños de objetos y edificaciones y sirven como base para hacer calcas y generar el dibujo normalizado con técnicas a tinta que seguramente has utilizado en el dibujo constructivo; o con herramientas digitales para generar los planos de proyecto final aplicando las normas técnicas para la fabricación industrial o la construcción de obras de arquitectura o ingeniería.

En la expresión artística la técnica a lápiz se utiliza para estructurar y dar acabado al dibujo con saturaciones y texturas combinando las diferentes graduaciones de lápices para lograr una obra.

Otra técnica muy importante para el dibujo geométrico es la técnica a tinta o técnica de entintado que actualmente se realiza con los estilógrafos y el apoyo de otros instrumentos de dibujo para el trazo con precisión de las formas geométricas básicas de un diseño. Esta técnica se puede realizar a mano alzada con plumillas que permiten trazar líneas con diferentes espesores para dar un acabado artístico a los diferentes dibujos.

Existen muchas técnicas para la expresión gráfica a lápiz, tinta y color, pero la elección de la técnica a utilizar depende del diseño y la finalidad del dibujo.

Los diseñadores en la industria, ingeniería y arquitectura actualmente utilizan los medios digitales para realizar sus proyectos, los paquetes de cómputo facilitan el trabajo, ofrecen precisión y disminuyen el tiempo que un diseñador puede tardar para desarrollar un proyecto, en el caso de la fabricación de objetos y muebles los programas de diseño se relacionan también con los procesos de fabricación industrial, los programas para dibujo para ingeniería y la arquitectura también se pueden relacionar con la construcción de objetos pequeños y construcciones con las impresoras 3D pero estas aun no son muy usuales porque su tecnología todavía está en desarrollo.

Para saber más, busca información acerca de los usos y aplicaciones de las nuevas tecnologías y las impresoras 3D, te sorprenderás al conocer sus aplicaciones.



## Resumen

En esta unidad se estudia el lenguaje básico de la Geometría para representar formas de los objetos que se concentran en la naturaleza y nuestro entorno cotidiano para estudiar las aplicaciones del dibujo geométrico para el diseño de objetos y espacios que forman parte del ambiente cotidiano en donde vivimos.

Nos proporciona las bases de conocimiento para el manejo de los instrumentos de dibujo, métodos de trazo geométrico y técnicas gráficas para la presentación de diversos tipos de dibujos, así como la metodología para aplicar los conocimientos adquiridos para la solución de problemas geométricos relacionados con los elementos gráficos, utilizando códigos y normas técnicas como una forma de expresión de las ideas.



## Autoevaluación.

Instrucciones: lee cuidadosamente la pregunta y encierra en un círculo la respuesta correcta, al terminar verifica si tus respuestas son correctas en la sección de Respuestas.

- 1. ¿Por qué el dibujo geométrico se relaciona con nuestra vida cotidiana?**
  - A)** Porque todos los objetos de nuestro entorno tienen elementos gráficos que forman sus cuerpos.
  - B)** Porque utilizamos los objetos de la naturaleza y los creados por el hombre.
  - C)** Porque la geometría crea los objetos cotidianos a diario.
  - D)** Porque utilizamos la geometría todos los días.

- 2. La representación geométrica de los objetos se relaciona con el desarrollo social porque:**
- A) El hombre ha creado las figuras geométricas reconocidas socialmente.
  - B) La geometría se utiliza en la historia del hombre y el desarrollo social.
  - C) A lo largo de la historia el hombre ha creado objetos y espacios con formas basadas en la geometría.
  - D) La evolución del hombre se basa en el desarrollo de la geometría de las formas de la naturaleza.
- 3. ¿Cuál es el papel más utilizado para el dibujo geométrico a tinta?**
- A) Papel couche
  - B) Papel marquilla
  - C) Papel laminene
  - D) Papel vegetal
- 4. ¿Cuál es la regla fija al restirador que sirve para trazar líneas horizontales y es soporte para las escuadras y otros instrumentos de dibujo se llama?**
- A) Regla T
  - B) Regla metálica
  - C) Regla de tres
  - D) Regla paralela
- 5. ¿Los ángulos del cartabón son?**
- A)  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  y  $90^\circ$
  - B)  $45^\circ$ ,  $60^\circ$  y  $90^\circ$
  - C)  $30^\circ$ ,  $90^\circ$  y  $60^\circ$
  - D)  $30^\circ$ ,  $30^\circ$  y  $90^\circ$
- 6. Los lápices se clasifican por la variación de la mezcla de grafito, arcilla y aceite. ¿Cuáles son las clasificaciones intermedias de los lápices?**
- A) HB y F
  - B) 3H y 4B
  - C) 5B y 5H
  - D) 2H y 2B
- 7. ¿Qué figuras tienen las plantillas técnicas?**
- A) Formas triangulares, cuadradas y circulares.
  - B) Formas geométricas, de aparatos y líneas.
  - C) Formas geométricas, de objetos y muebles.
  - D) Formas de círculos y figuras matemáticas.
- 8. El compás que se utiliza para dibujar circunferencias milimétricas se llama:**
- A) Compás bigotera
  - B) Compás de precisión
  - C) Compás de matemáticas
  - D) Compás de bomba

9. El instrumento de dibujo que sirve para trazar formas curvas irregulares se llama:

- A) Bigotera
- B) Plantilla
- C) Curvígrafo
- D) Espirógrafo

10. Selecciona la opción que enumera las partes del estilógrafo

- A) Mango, puntera, pieza de sujeción y depósito para tinta.
- B) Puntilla, pieza de sujeción, cartucho para tinta y código.
- C) Cartucho antiderrapante, puntera y código de sujeción.
- D) Mango, puntilla, código de color y pieza antiadherente.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<http://www.rua.unam.mx/>

[https://www.erein.eus/media/primeros\\_capitulos/primer\\_capitulo287.pdf](https://www.erein.eus/media/primeros_capitulos/primer_capitulo287.pdf)

Arrate, J., Gutiérrez, F.J., Gutiérrez, J.R., Regato. (2008). *Dibujo Técnico* Madrid: Editex.

Bargueño, E. (2006). *Dibujo Técnico*. España: Mac Graw-Hill.

Calavera, C. y Jiménez I. (2014). *Dibujo Técnico I*. Madrid: Paraninfo.

Calavera, C. y Jiménez I. (2016). *Dibujo Técnico II*. Madrid: Paraninfo.

Calderón, F. (2009). *Técnicas del Dibujo*. México: Porrúa.

Castellanos, J. (2015). *Dibujo Constructivo*. México: McGraw Hill.

Clifford, M. (2005). *Dibujo Técnico Básico*. México: Limusa. Eissen, K. y Steur, R. (2013). *Bocetaje: las bases*. México: Gustavo Gili.

Espinosa, J. (2000). *Diccionario de matemáticas*. Madrid: Cultural.

Feléz, J., Martínez, M.L. y Mascaraque, J.M. (2012). *Dibujo Técnico*. España: Síntesis.

González, J.M. (2009). *Geometría Descriptiva* México: Trillas.

Luna, J.L. (2009). *Curso integral de Dibujo Técnico*. México: Trillas.

Martínez, O. y Pineda, R. (2016). *Aprendamos dibujo técnico Tomo I y II*. México: Éxodo.

Martínez, O. y Pineda, R. (2014). *Aprendamos dibujo técnico: basado en competencias*. México: Éxodo.

Martínez, O. y Pineda, R. (2014). *Aprendamos dibujo técnico II: Dibujo base de la ingeniería*. México: Éxodo.

Nieto, J. (2012). *Dibujo Técnico Didáctico I*. México: Trillas.

Pacheco, J.E. (2015). *Croquis en la arquitectura*. México: Trillas.

Padilla, J.A. (2017). *Perspectiva, trazo, ambientación y croquis*. México: Trillas.

Rodríguez, y Suarez, F. (2012). *A mano alzada dibujo técnico*. Teoría Educación Media España: Romor.

Spencer, H. y Dygdon, J. (2009). *Dibujo técnico básico*. México: Patria.

Tamez, E. (2015). *Dibujo Técnico*. México: Limusa.

Yurksas, B. (2000). *Dibujo geométrico y de proyección*. Bogotá: Panamericana.

## **UNIDAD II. PROYECCIONES ORTOGONALES Y AXONOMÉTRICAS PARA ESTUDIAR LOS OBJETOS**

En la presente unidad podrás adquirir los conocimientos necesarios para poder representar (dibujar) las características propias de un elemento en el Espacio Geométrico. De igual forma, desarrollarás la habilidad de relacionar la Proyección Ortogonal y la Proyección Axonométrica, las cuales, son complementarias entre sí, obteniendo como resultado un dibujo con información suficiente que permite la clara y fácil interpretación de lo representado desde el punto hasta el volumen.

Aprenderás a analizar un caso en específico aplicando el criterio adecuado al problema planteado, comprobando mediante ejercicios prácticos la veracidad de los procedimientos y los conocimientos adquiridos.

### **Objetivo**

El alumno:

- Analizará las cualidades y utilidad de los Sistemas de Proyección Ortogonal y Axonométrica a través del estudio de la forma en el espacio y su representación gráfica, para comprender la ubicación y composición de los volúmenes a escala.
- Determinará la ubicación espacial de los elementos gráficos que conforman los objetos, aplicando los métodos de proyección ortogonal y axonométrica, para desarrollar sus habilidades de observación, análisis y síntesis espacial, a través del dibujo a mano alzada y con instrumentos y construcción de maquetas.
- Valorará la utilidad de los sistemas de proyección para comunicar ideas acerca de la construcción de objetos, por medio de actividades interdisciplinarias, individuales y grupales.

### **Introducción**

En esta unidad se demuestra que las proyecciones ortogonal y axonométrica son un método de enseñanza / aprendizaje claro y preciso que permite al alumno comprender de una forma sencilla la representación de un objeto real o imaginario y registrar datos precisos que permitan su construcción.

Se llevará a cabo una valoración de los procedimientos empleados, analizando las ventajas de crear imágenes que permitan representar de forma clara una idea o un mensaje propuesto. Se demostrará entonces, que la utilización de un procedimiento correcto se convierte en una herramienta útil en la formación del alumno.

## ¿Qué es un Sistema de Representación Gráfica?

En el dibujo constructivo consiste en un método analítico y preciso que permite obtener o reflejar la estructura de los elementos componentes de un objeto, y que puede ser interpretado con o sin ayuda de información complementaria.

Según la estructura del sistema, se puede tener datos que nos permitan desarrollar a profundidad el análisis de los elementos estudiados, por ejemplo, existen sistemas como la Proyección Ortogonal en la cual se utilizan dos dimensiones, y en la Proyección Axonométrica donde se emplean tres dimensiones.

## Concepto de Espacio Geométrico y los Planos de Proyección

Se denomina Espacio Geométrico a la región delimitada por planos definidos y claramente establecidos, con las mismas condiciones en los elementos que la integran además de tener la misma función y características de relación.

Lo anterior, se determina mediante el establecimiento de tres ejes perpendiculares entre sí, los cuales, definen una superficie llana conocida como plano de proyección.

El Plano de Proyección es el elemento de referencia básico en el Espacio Geométrico, ya que sobre el mismo se registran datos que permiten ubicar con precisión los elementos analizados.

Cada plano de proyección establece claramente sectores definidos, así, por ejemplo:

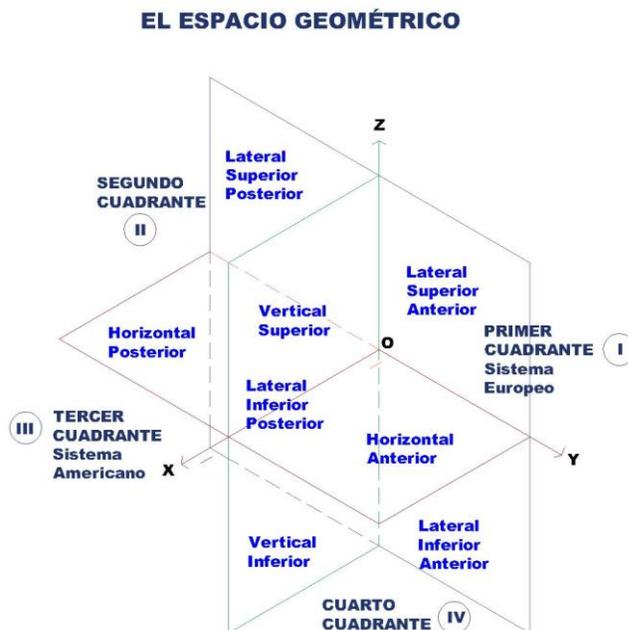


Imagen 83. Espacio geométrico. (López, A. y Hernández, I.:2019).

- El Plano Horizontal de Proyección establece el espacio entre las alturas con signo positivo y signo negativo.

- El Plano Vertical de Proyección establece el espacio entre los alejamientos positivos y negativos.

- El Plano Lateral de Proyección establece el espacio entre las anchuras con signo positivo y signo negativo.

- Generalmente los planos más empleados son el Plano Horizontal y el Plano Vertical (sistema diédrico), cuya relación da origen a cuatro sectores conocidos como cuadrantes.

Así tenemos que la parte anterior-superior corresponde al sector conocido como primer cuadrante; la parte posterior-superior corresponde al segundo cuadrante; el tercer cuadrante se ubica en la parte posterior inferior y el cuarto cuadrante se ubica en la parte anterior-inferior.

Estos cuadrantes a su vez son divididos por el tercer plano de proyección conocido como Plano Lateral de Proyección o Plano Auxiliar, el cual, a su vez divide a los cuadrantes en Sector Izquierdo y Sector Derecho.

Una vez ubicados los planos de proyección de manera correcta, queda establecido el espacio geométrico, elemento de referencia fundamental en la geometría de proyección.

Existen dos maneras de representar a la proyección ortogonal conocidos como Sistema Europeo y Sistema Americano.

### Sistema Europeo

Consiste en emplear el primer cuadrante de la proyección axonométrica (cuadrante de mayor visibilidad) como el espacio de proyecciones, en donde al trasladar las proyecciones a los ejes ortogonales la proyección horizontal se ubica en la parte inferior del lado izquierdo de los ejes; la proyección vertical se ubica en la parte superior del lado izquierdo y la proyección lateral en la parte superior del lado derecho, esto resultado de girar el plano horizontal anterior hacia la parte inferior tomando como eje de giro el eje X; girar el plano lateral hacia la derecha tomando como eje de giro el eje Z, y el plano vertical girarlo ligeramente a la izquierda para tenerlo totalmente perpendicular a la vista del observador. Bajo el eje horizontal, se traza un pequeño segmento de recta en cada extremo que indica la posición del plano horizontal conocida como la Línea de la Tierra.

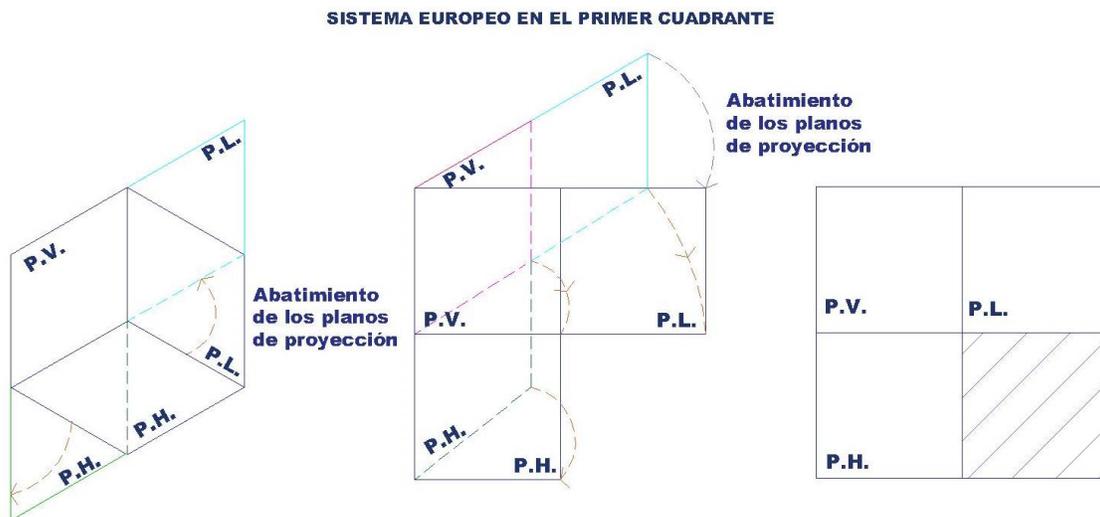


Imagen 84. (López, A. y Hernández, I: 2018).

- **Sistema Americano.**

Este método de representación emplea el tercer cuadrante como el espacio de proyecciones ubicando a la proyección horizontal en la parte superior izquierda de los ejes ortogonales; la proyección vertical en la parte inferior izquierda y la proyección lateral en la parte inferior derecha de los ejes ortogonales.

La ubicación de estas proyecciones es resultado de girar el plano horizontal posterior hacia arriba tomando como eje de giro el eje X, y de girar el plano lateral hacia la izquierda tomando como eje de giro el eje Z; el plano vertical se desplaza igual que en el Sistema Europeo.

**SISTEMA AMERICANO EN EL TERCER CUADRANTE**

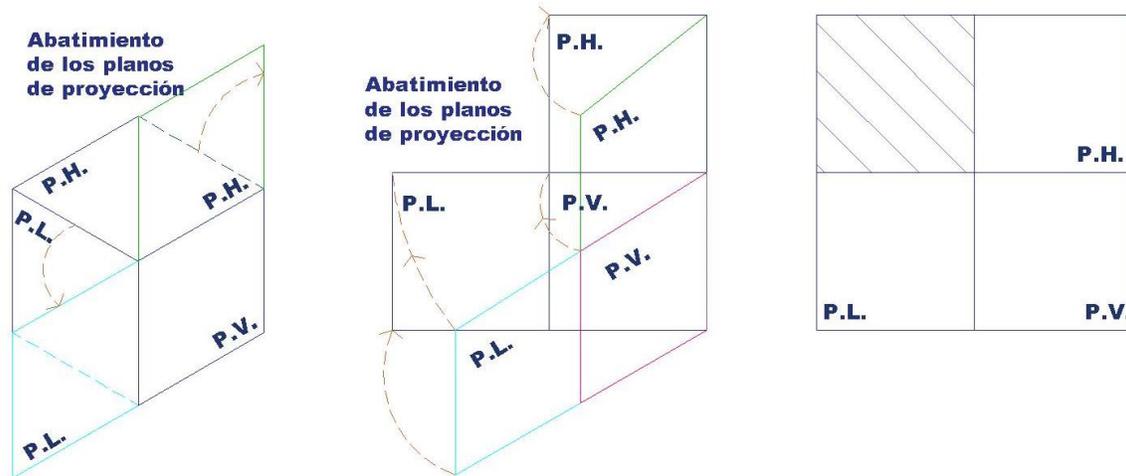


Imagen 85 (López, A. y Hernández, I.: 2018).



## 2.1. Características de las proyecciones

Las proyecciones pueden ser:

### a) Ortogonales

#### **El Sistema de Proyección Ortogonal y los elementos que la integran**

En un Sistema de Proyección Ortogonal intervienen los siguientes elementos:

- El elemento en el espacio, el cual, puede ser un punto, una recta, un plano o un volumen.

### PROYECCION ORTOGONAL Y LOS ELEMENTOS QUE LA INTEGRAN

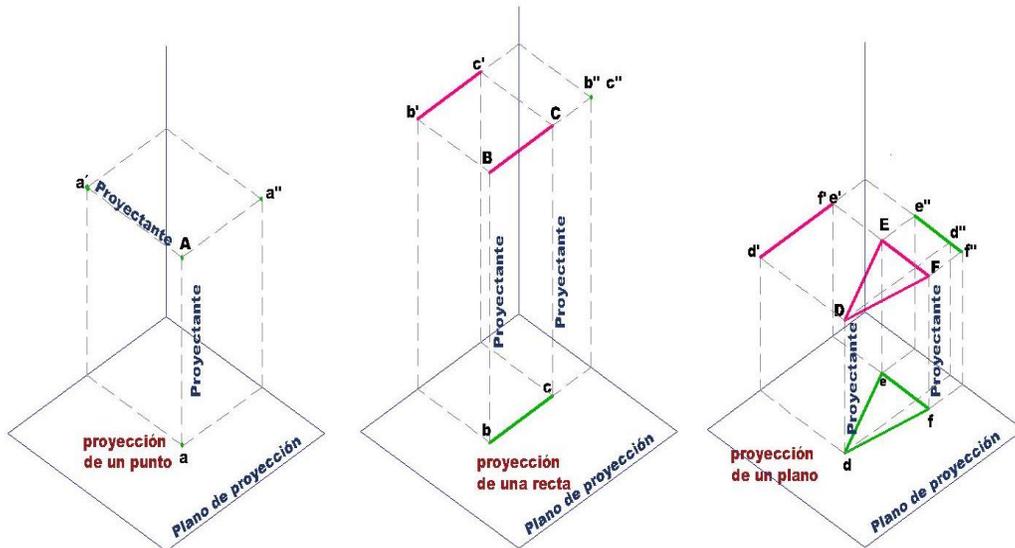


Imagen 86. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

- La referencia o línea que va desde el elemento en el espacio hasta la superficie de proyección (plano de proyección), la cual, recibe el nombre de proyectante y su posición con respecto a la superficie de proyección siempre es perpendicular.
- El plano de proyección, es la superficie de registro de los datos del elemento que se ubica en el espacio. Las diferentes montañas de proyección reciben una designación específica dependiendo del número de planos empleados, puede ser un plano (monoplanar), dos planos (biplanar) y tres planos (triplanar).

### La Proyección Ortogonal y sus variantes

- Montaña monoplanar
- Montaña biplanar
- Montaña triplanar

### Montaña monoplanar

Es la representación plana del espacio con un plano de proyección (horizontal), con solo dos coordenadas  $x =$  anchura,  $y =$  alejamiento por lo que es una proyección muy limitada y no permite analizar las características geométricas del elemento que se proyecta.

### PROYECCIÓN ORTOGONAL EN LA MONTEA MONOPLANAR

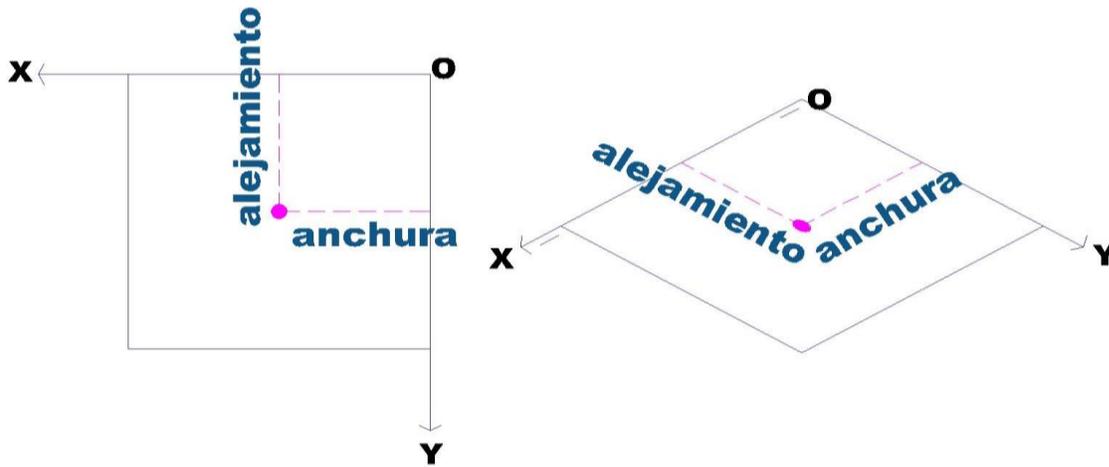


Imagen 87. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

### Montea Biplanar (el ángulo diedro)

Se denomina ángulo diedro a la abertura comprendida entre dos planos de proyección. Si el ángulo es igual a  $90^\circ$ , tendremos la montea biplanar, la cual, es la representación plana del espacio con dos planos de proyección (Horizontal y Vertical), alineados en vertical con respecto a la línea de tierra; que contiene datos suficientes para analizar las características geométricas de un elemento; ya que tiene las tres coordenadas:  $x$ =anchura,  $y$ =alejamiento y  $z$ =altura.

### Montea Triplanar (El triedro trirectángulo)

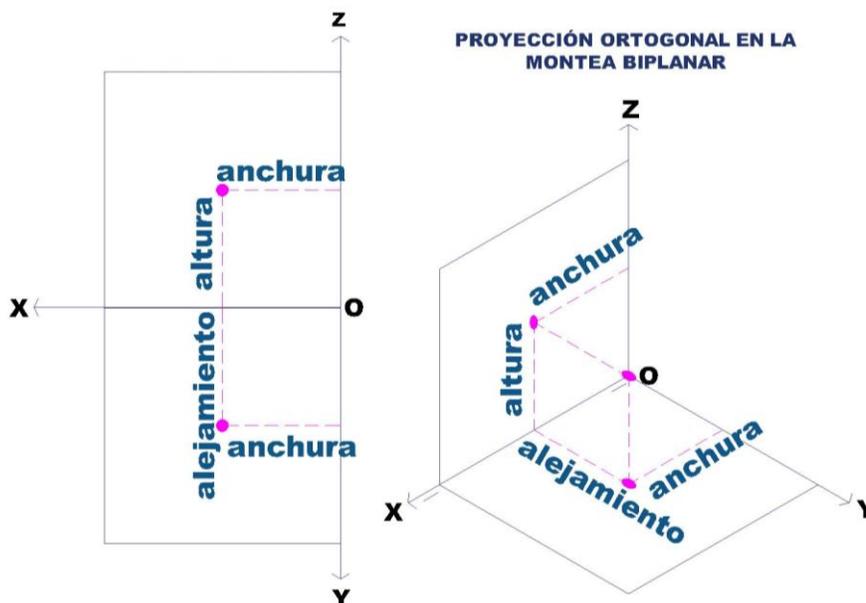


Imagen 88. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

Es la representación plana del espacio con tres planos de proyección, (Horizontal, Vertical y Lateral), obtenida de la explanación del Triedro trirrectangular; permitiendo representar elementos en el espacio, conteniendo todos los datos en los tres planos de proyecciones.

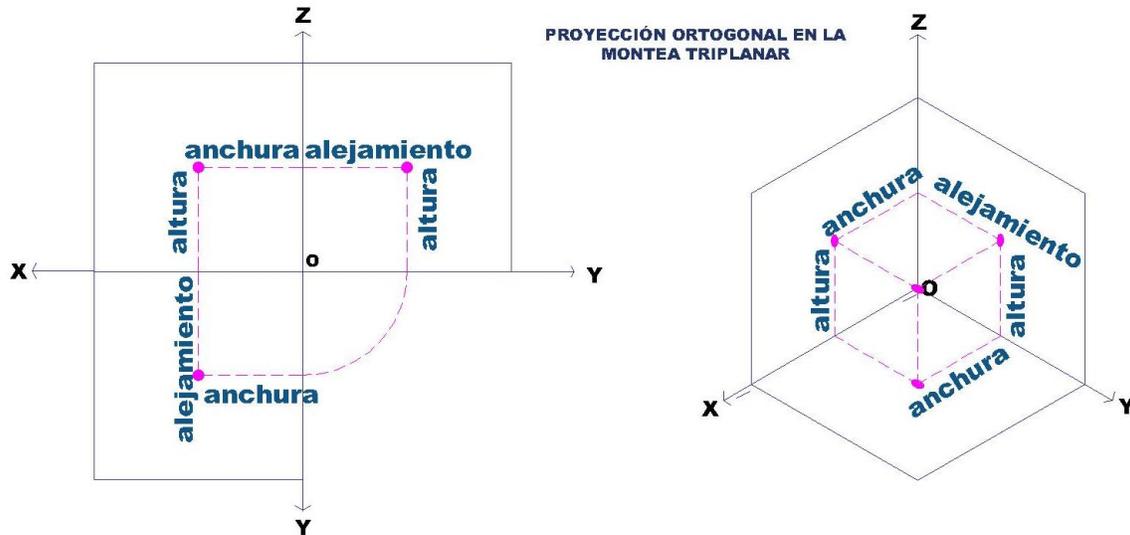


Imagen 89. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

- Plano Horizontal...Anchura (x) y alejamiento (y).
- Plano Vertical...Anchura (x) y altura (z).
- Plano Lateral...Alejamiento (y) y altura (z).

Las proyecciones se representan por letras minúsculas y para diferenciarlas en cada plano de proyección se les agrega 1 o 2 apóstrofes (primas) y una letra mayúscula para indicar el punto en el espacio.

- $p$  = proyección del punto en el plano horizontal.
- $p'$  = proyección del punto en el plano vertical.
- $p''$  = proyección del punto en el plano lateral.
- $P$  = punto en el espacio.

## b) Axonometrías: principalmente el dibujo isométrico

### El Sistema de Proyección Axonométrica

#### Características de las proyecciones axonométricas

Son un sistema de representación tridimensional, que representa a los elementos con sus tres caras oblicuas al plano del dibujo. Lo importante de este sistema de representación es que muestra a los elementos con claridad y precisión, tal cómo son en la realidad.

Está basado en tres ejes, que a su vez forman tres ángulos de tres valores iguales o diferentes. En un sistema de proyecciones axonométricas, la dimensión real del elemento proyectado se reduce dependiendo de la axonometría utilizada y no en todos los casos es posible tener dimensiones reales de los elementos proyectados.

### La proyección axonométrica y sus variantes

De acuerdo con las variantes de sus ángulos, se dividen en:

- a. Sistema Dimétrico
- b. Sistema Trimétrico
- c. Sistema Isométrico

#### Sistema Dimétrico

Es un sistema de representación basado en tres ejes, que a su vez forman tres ángulos, dos de ellos del mismo valor y uno de ellos con un valor diferente, obteniendo diversas combinaciones.

Las dimensiones que se dibujan sobre ellos son paralelas y representan el 96% de su valor real.

#### Sistema Trimétrico

Es un sistema de representación basado en tres ejes, que a su vez forman tres ángulos de diferentes valores, obteniendo diversas combinaciones.

Las dimensiones que se dibujan sobre ellos son paralelas y son representadas al 92% de su valor real.

#### Sistema Isométrico

Es un sistema de representación basado en tres ejes, que a su vez forman tres ángulos iguales, de  $120^\circ$  cada uno.

Las dimensiones que se dibujan sobre ellos son paralelas, representando el 86% de su dimensión real. 1

El sistema empleado en esta asignatura es el isométrico, por su facilidad de representación y métodos de dimensionamiento, debido a que los espacios que representan los planos de proyección tienen la misma condición visual.

1. Mercado, L.M. (1992). *Dibujo Técnico Industrial*. México: Trillas.



Imagen 90. (López, A. y Hernández, I.: 2018).



## 2.2. Aplicación de los métodos de proyecciones ortogonales, axonométricas y sistemas de medición en la solución de problemas relacionados con la posición y ubicación de los objetos: punto, línea, plano y volumen

### Condiciones de proyección del punto

Gráficamente, el punto es el elemento mínimo que podemos representar, y geoméricamente está condicionado a reglas matemáticas. Si consideramos que la Geometría Descriptiva es la parte de las matemáticas que tiene por objeto representar en proyecciones planas los elementos ubicados en el espacio para resolver con ayuda de la Geometría Plana, los problemas en que intervienen tres dimensiones.

Se establece también que por cada punto que existe en una recta existe un número real, y que por cada punto que existe en un plano existen dos números reales, luego entonces, si la proyección se realiza en un plano, necesitaremos un par de números reales o referencias conocidas como: anchuras o distancias ( $x$ ), alejamientos o profundidades ( $y$ ) y alturas o cotas ( $z$ ).

La combinación de pares de referencias arroja el siguiente resultado:

- Anchura ( $x$ ) y alejamiento ( $y$ )...proyección horizontal.
- Anchura ( $x$ ) y altura ( $z$ )...proyección vertical.
- Alejamiento ( $y$ ) y altura ( $z$ )...proyección lateral.

Al mencionar a los números reales se consideran valores con signo positivo, signo negativo y al número cero, por lo que las posibilidades de ubicación están totalmente definidas.

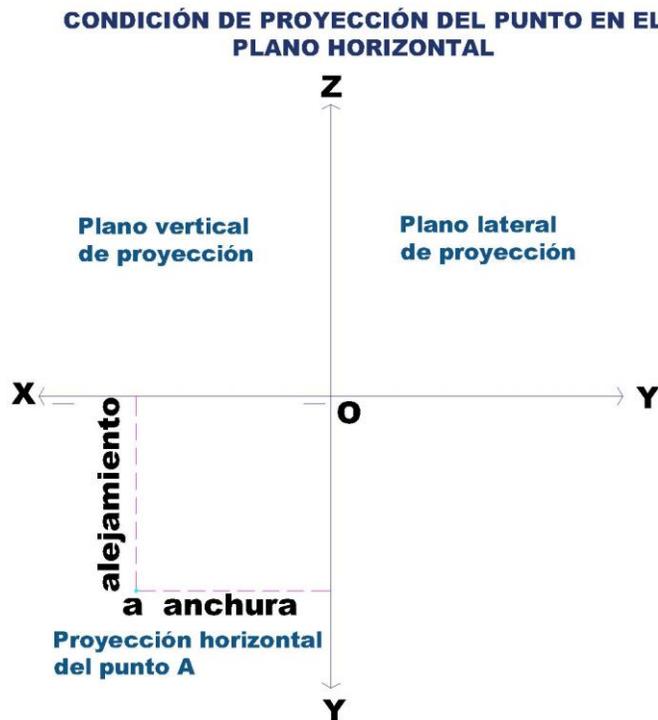


Imagen 91. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

**CONDICIÓN DE PROYECCIÓN DEL PUNTO EN EL PLANO VERTICAL**

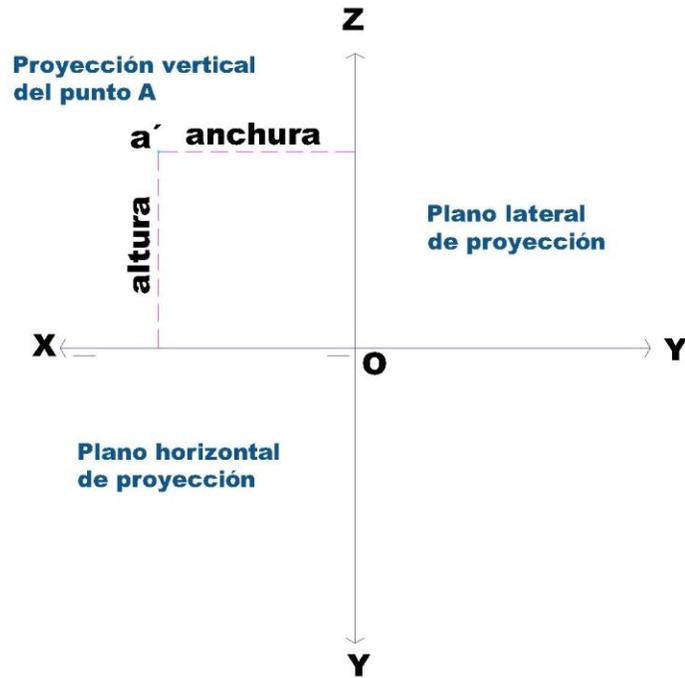


Imagen 92. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

**CONDICIÓN DE PROYECCIÓN DEL PUNTO EN EL PLANO LATERAL**

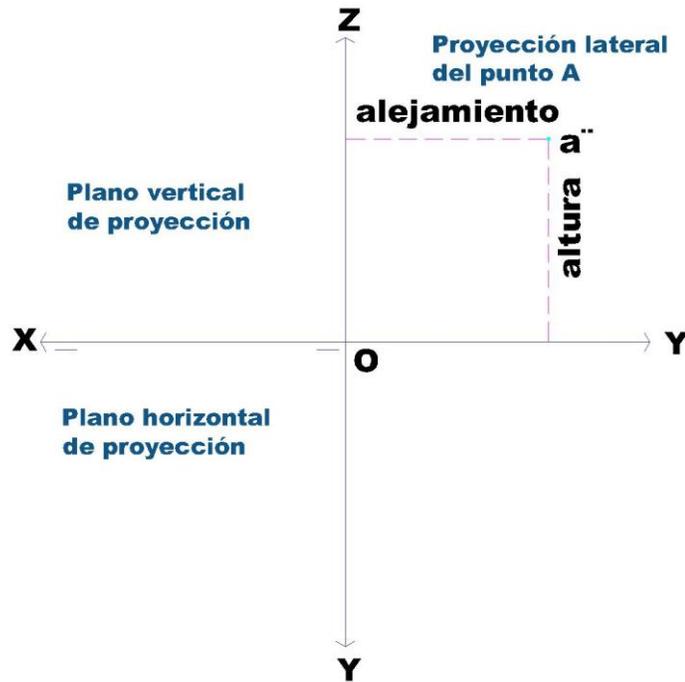


Imagen 93. (López, A. y Hernández, I.: 2018).



## Actividad 1.

### Ubicación del punto en el Espacio Geométrico

En una hoja marquilla formato A4, realiza ejercicios de ubicación de las proyecciones horizontal, vertical y lateral de por lo menos cinco puntos diferentes. Emplea las calidades de trazo que se te recomiendan en la Unidad I de esta guía.

1. Traza los Ejes Ortogonales de la Montea Triplanar en el Sistema Europeo utilizando la escuadra para el trazo, y el cartabón como soporte para garantizar la perpendicularidad, indica la línea de la tierra; ocupa solo la mitad izquierda de la hoja.
2. En la mitad del lado derecho de la hoja, traza los Ejes Axonométricos de la Montea Espacial o Triedro Trirectángulo, utilizando el cartabón como instrumento de trazo y la escuadra como soporte; indica la línea de la tierra.
3. Realiza la proyección de cada uno de los siguientes puntos en cada uno de los sistemas. Indica de forma correcta la nomenclatura correspondiente.

Punto	Anchura (x)	Alejamiento (y)	Altura (z)
<b>A</b>	8	5	4
<b>B</b>	0	0	0
<b>C</b>	3	6	0
<b>D</b>	0	0	5
<b>E</b>	4	2	6

4. Revisa que cada proyección sea correcta; no olvides que la proyección horizontal y la proyección vertical tienen como coordenada común la anchura, por lo que siempre estarán alineados en el sentido vertical de trazo, y la proyección vertical y lateral tienen como coordenada común la altura por lo que siempre irán alineados en el sentido horizontal, esto en los ejes ortogonales.
5. En los ejes axonométricos ubica la posición del punto en el Espacio Geométrico.

### El Concepto Geométrico de la recta, semirrecta y segmento de recta

La recta tiene diferentes definiciones dependiendo del campo del conocimiento donde se utilice. En la Geometría su definición se establece como

“una sucesión de puntos alineados”. Así que si por cada punto que existe en una recta existe un número real, al ser los números reales infinitos, entonces también la recta es infinita; bajo esta condición no es factible realizar su estudio. De igual forma, si sobre la recta indicamos un punto, estaremos generando un nuevo elemento geométrico conocido como semirrecta, que es cada una de las partes en las que queda dividida. Este nuevo elemento tampoco es objeto de estudio, y sólo se puede emplear para formar elementos más complejos como el ángulo. Luego, si sobre la misma recta indicamos un segundo punto, nuevamente estaremos creando otro elemento conocido como segmento de recta, que corresponde a la parte comprendida entre dichos puntos, y cuyos valores numéricos ya se conocen.

Este elemento es el que permite el estudio de la recta porque ya se pueden definir sus características como son las coordenadas de los puntos extremos, su longitud, su inclinación (pendiente), etc. Al estar generado por puntos, es muy sencillo realizar las proyecciones de los segmentos de las diferentes posiciones de la recta en el espacio geométrico aplicando la propiedad establecida que por dos puntos sólo pasa una recta; basta ubicar la proyección de los puntos para que cumpla con la condición de relacionar el segmento de la recta y el plano de proyección.

#### CONCEPTO DE RECTA, SEMIRRECTA Y SEGMENTO DE RECTA

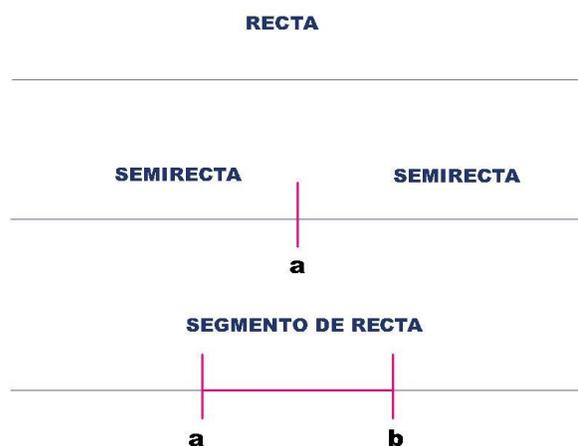


Imagen 94. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

#### Clasificación de la recta según su posición en el espacio

La posición de un cuerpo en el espacio geométrico es la relación que guardan los elementos que lo integran con respecto a los planos de proyección.

Así, por ejemplo, como un segmento de recta se puede definir con dos puntos, basta con cumplir las características que definen a la recta mediante la proyección de dichos puntos para poder establecer al segmento de recta con todas sus características, por lo que, atendiendo a esta premisa, podemos entonces clasificar a la recta bajo estas condiciones, aunque sólo utilicemos un segmento de esta.

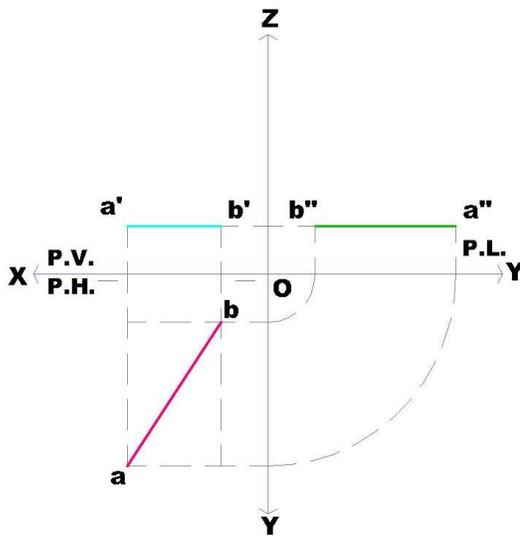
La clasificación se realiza considerando su posición de paralelismo, perpendicularidad u oblicuidad con respecto a los planos de proyección, obteniendo el siguiente resultado:

## Rectas paralelas

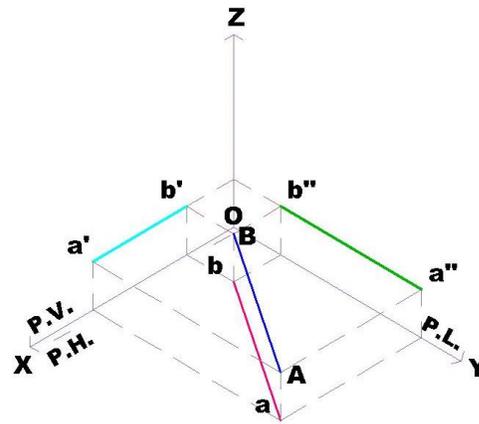
Se clasifican en:

- **Recta Horizontal**, es paralela al plano horizontal de proyección y oblicua al plano vertical y al plano lateral de proyección. Los puntos que la definen tienen como particularidad que están a la misma altura, siendo las anchuras y los alejamientos diferentes.

### RECTA HORIZONTAL



**PROYECCIÓN ORTOGONAL**

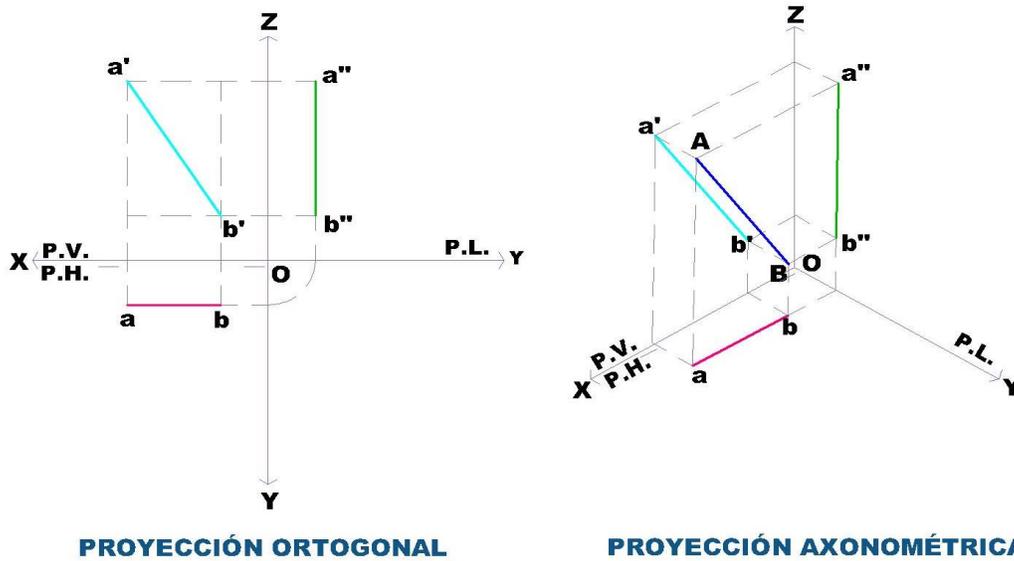


**PROYECCIÓN AXONOMÉTRICA**

Imagen 95. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

**Recta Frontal**, es paralela al plano vertical de proyección y oblicua al plano horizontal y al plano lateral de proyección. En esta recta los alejamientos tienen el mismo valor, y las alturas y anchuras tienen valores diferentes.

## RECTA FRONTAL



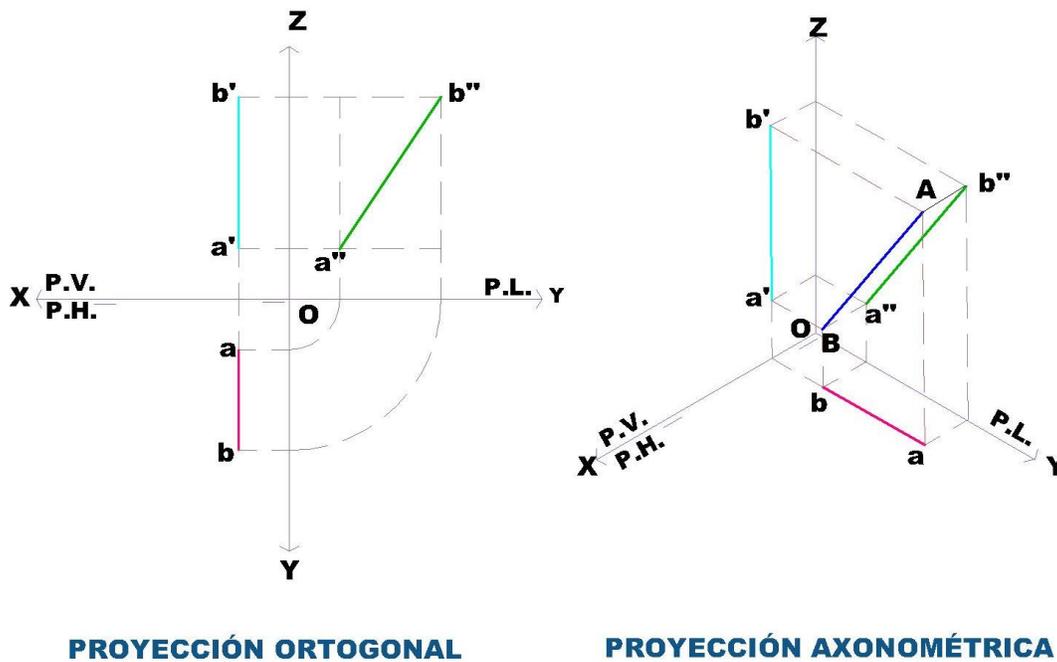
PROYECCIÓN ORTOGONAL

PROYECCIÓN AXONOMÉTRICA

Imagen 96. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

**Recta de Perfil**, es paralela al plano lateral de proyección, por lo tanto, es oblicua al plano horizontal y al plano vertical de proyección. Los puntos que la definen tienen las mismas anchuras, diferentes alturas y diferentes alejamientos.

## RECTA DE PERFIL



PROYECCIÓN ORTOGONAL

PROYECCIÓN AXONOMÉTRICA

Imagen 97. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

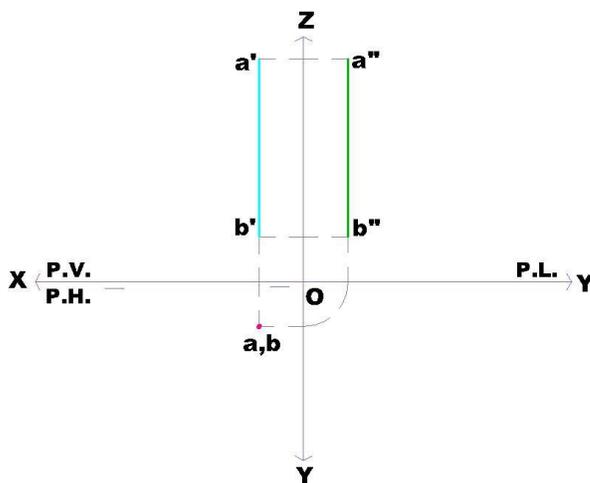
Debemos recalcar que toda recta paralela a un plano de proyección siempre será oblicua a los otros dos planos de proyección y que todo elemento paralelo a un plano proyecta en él su verdadera forma y dimensión, por lo que las rectas clasificadas como paralelas sólo tienen una proyección de verdadera forma y dimensión.

### Rectas perpendiculares

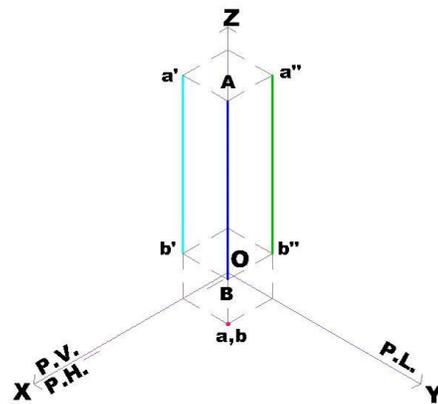
Se clasifican en:

- **Recta Vertical**, es perpendicular al plano horizontal de proyección y paralela al plano vertical y al plano lateral de proyección. Los puntos que la definen tendrán entonces alturas diferentes y las anchuras y los alejamientos iguales.

## RECTA VERTICAL



PROYECCIÓN ORTOGONAL

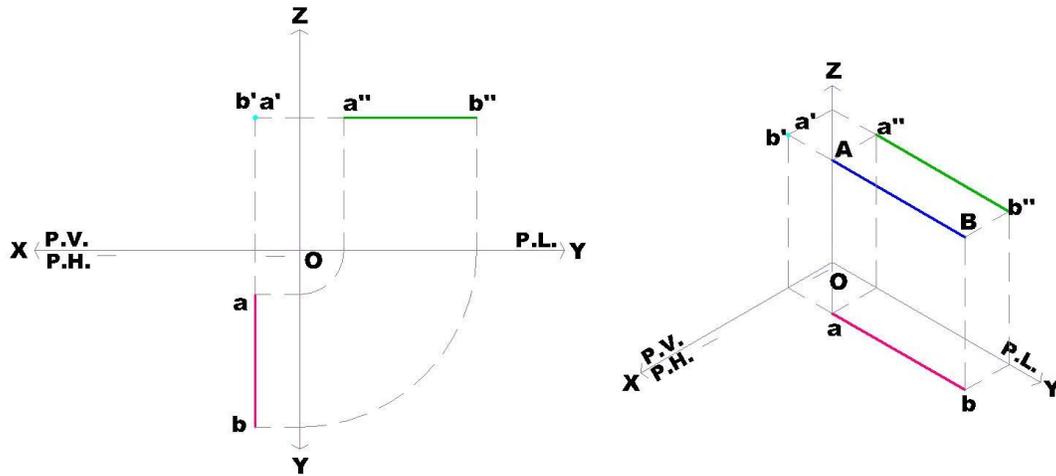


PROYECCIÓN AXONOMÉTRICA

Imagen 98. (López, A. y Hernández, I.:2018).

- **Recta de Punta**, es perpendicular al plano vertical de proyección y paralela al plano horizontal y plano lateral de proyección, por lo que los puntos que la determinan tendrán las alturas y las anchuras iguales y los alejamientos diferentes.

## RECTA DE PUNTA



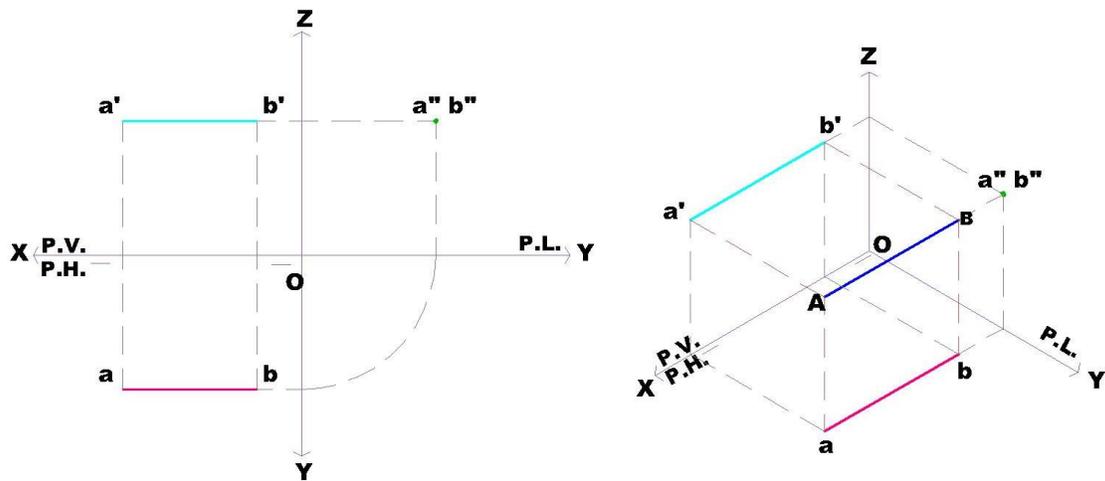
PROYECCIÓN ORTOGONAL

PROYECCIÓN AXONOMÉTRICA

Imagen 99. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

**Recta Fronto-horizontal**, es perpendicular al plano lateral de proyección y paralela a los planos horizontal y vertical de proyección. Luego entonces, las alturas y los alejamientos serán iguales y las anchuras diferentes.

## RECTA FRONTO-HORIZONTAL



PROYECCIÓN ORTOGONAL

PROYECCIÓN AXONOMÉTRICA

Imagen 100. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

Al enunciar que se deben considerar conceptos iguales en los valores de las rectas perpendiculares, cabe aclarar que sólo los valores del mismo concepto son iguales entre sí, por ejemplo, si en la recta vertical la anchura de un punto es igual a 5, la anchura del otro punto necesariamente debe ser 5, y los alejamientos pueden tener este valor, pero también pueden tener cualquier otro valor, únicamente con la condición de que el valor asignado sea el mismo para los dos puntos.

No olvidar que, si un elemento es paralelo a un plano de proyección, su proyección en dicho plano registra su verdadera forma y dimensión, por lo que toda recta perpendicular siempre tendrá dos proyecciones de verdadera forma y dimensión.

- **Recta General**, es oblicua o inclinada a los tres planos de proyección, por lo que las coordenadas que la definen tienen valores diferentes, por lo tanto, no tienen proyecciones de verdadera forma y dimensión o magnitud.

### RECTA GENERAL

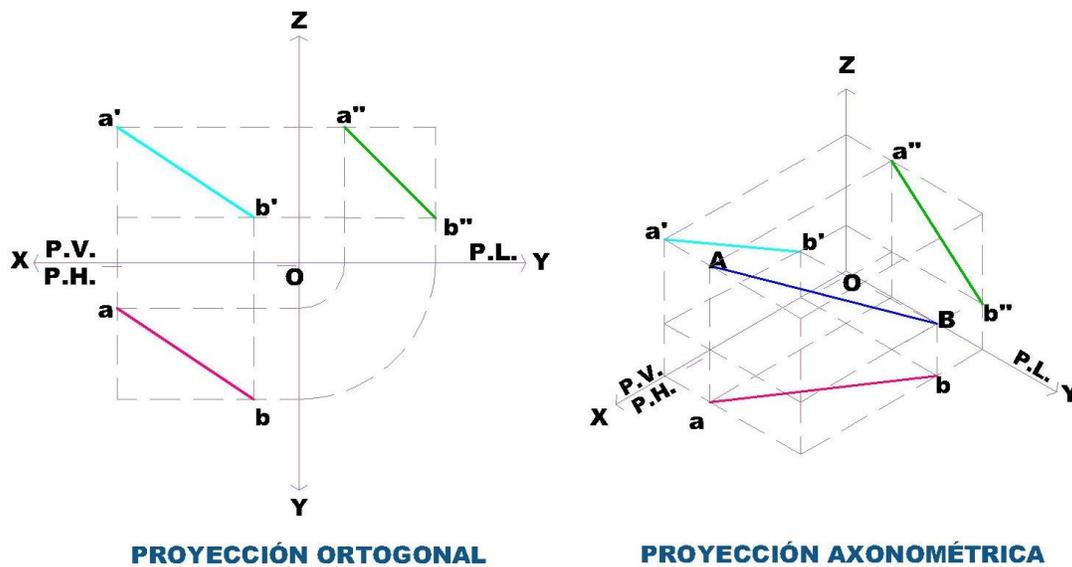


Imagen 101. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

**Tabla comparativa de los tipos de rectas con respecto a los planos de proyección**

TIPOS DE RECTAS	PLANOS DE PROYECCIÓN		
	HORIZONTAL	VERTICAL	LATERAL
HORIZONTAL	//	X	X
FRONTAL	X	//	X
DE PERFIL	X	X	//
VERTICAL	⊥	//	//
DE PUNTA	//	⊥	//
FRONTO-HORIZONTAL	//	//	⊥
GENERAL	X	X	X

### Simbología

- Paralela //
- Perpendicular ⊥
- Oblicua X

### Proyección de rectas clasificadas como paralelas (con trazas)

Al realizar la proyección de las rectas clasificadas como paralelas, se debe tomar en cuenta que solamente son paralelas a un plano de proyección, y son oblicuas respecto a los otros dos planos, por lo que la proyección de verdadera forma y dimensión o magnitud, será la del plano al cual es paralelo. Esta proyección siempre será de mayor dimensión que las otras proyecciones.

Al ser una recta clasificada como paralela, no debemos olvidar que es oblicua a los otros dos planos, por lo que generará en éstos una intersección conocida como **traza**, que en el caso de este tipo de rectas serán dos, omitiéndose la **traza** al plano al cual es paralelo.

SIMBOLOGÍA DE TRAZAS		
P.V. TZ V =Plano vertical (traza vertical)	P.V. TZ L =Plano vertical (traza lateral)	P.V. TZ H =Plano vertical (traza horizontal)
P.L. TZ L =Plano lateral (traza lateral)	P.L. TZ H =Plano lateral (traza horizontal)	P.L. TZ V =Plano lateral (traza vertical)
P.H. TZ H =Plano horizontal (traza horizontal)	P.H. TZ V =Plano horizontal (traza vertical)	P.H. TZ L =Plano horizontal (traza lateral)

Imagen 102. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

### La recta horizontal genera las trazas vertical y lateral

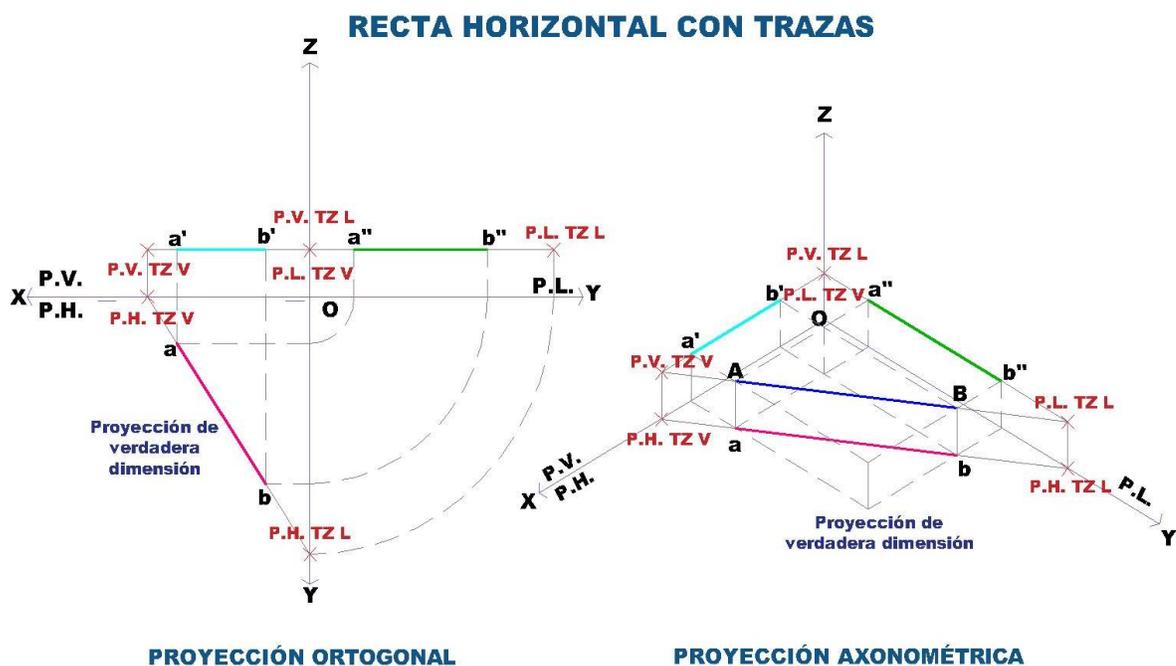


Imagen 103. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

La recta frontal genera las trazas horizontal y lateral

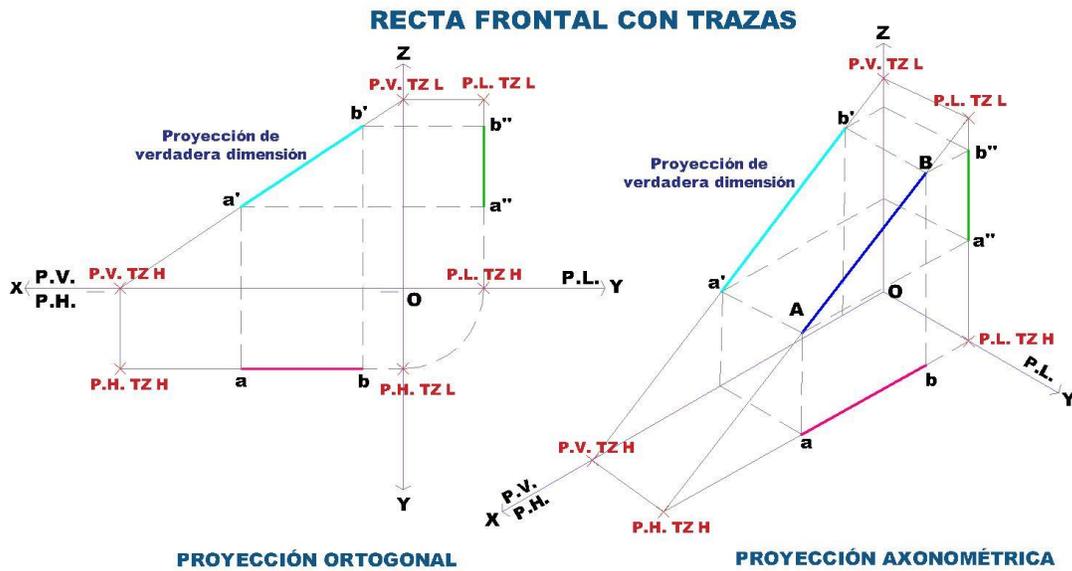


Imagen 104. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

La recta de perfil genera las trazas horizontal y vertical

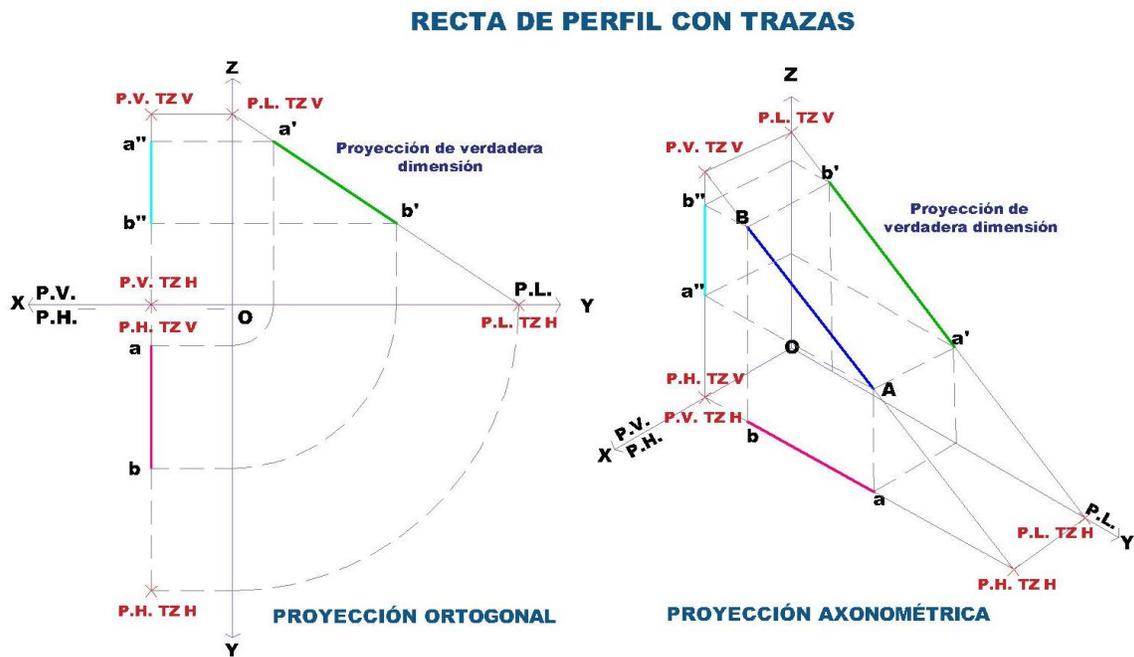


Imagen 105. (López, A. y Hernández, I.: 2018).



## Actividad 2

### Proyección de rectas clasificadas como paralelas

En una hoja marquilla formato A4, traza las rectas paralelas (horizontal, frontal y de perfil), ubicando sus proyecciones correspondientes. Utiliza las calidades de trazo y las graduaciones de lápices recomendadas.

1. Traza los Ejes Ortogonales de la Montea Triplanar en el sector izquierdo y los Ejes Axonométricos de la Montea Espacial o Triedro Trirrectángulo en el sector derecho de la hoja.
2. Considerando las características de cada recta, indica las coordenadas que definan los puntos de los extremos de cada una de ellas.
3. Realiza las proyecciones correspondientes en los dos sistemas de representación.
4. Identifica las características de cada una de las rectas; si tienes dudas pide ayuda al profesor que imparte la materia o a tu asesor.

### Proyección de rectas clasificadas como perpendiculares (con trazas)

Al realizar la proyección de este tipo de rectas, se debe tomar en cuenta que son perpendiculares a un plano de proyección, y paralelas a los otros dos planos, por lo que la proyección de verdadera forma y dimensión será en dos planos. Estas proyecciones siempre serán de mayor dimensión. Las rectas clasificadas como perpendiculares generan una intersección conocida como **traza**, que en el caso de este tipo de rectas será una, la del plano al cual es perpendicular.

### La recta vertical genera la traza horizontal

#### RECTA VERTICAL CON TRAZAS

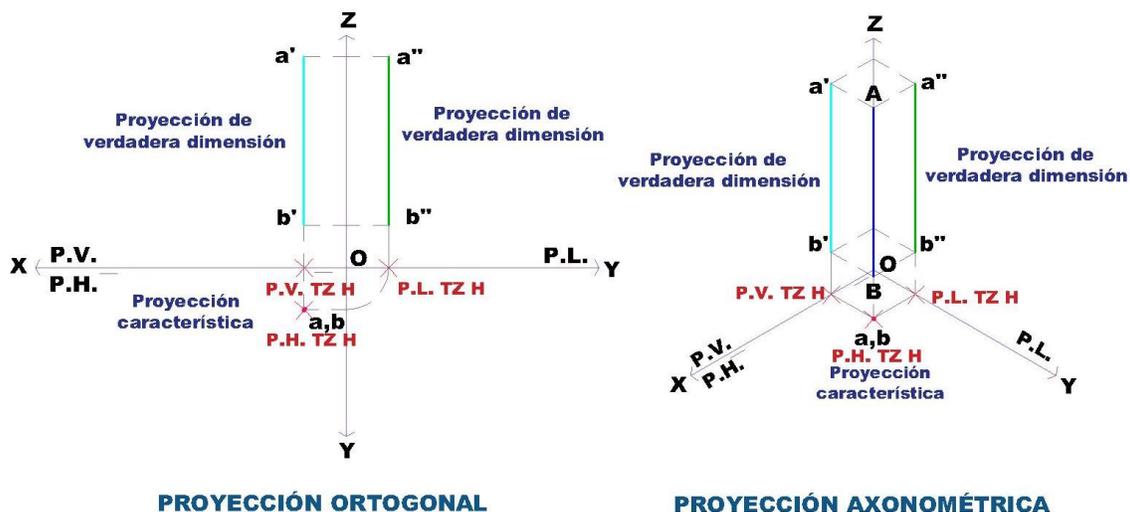
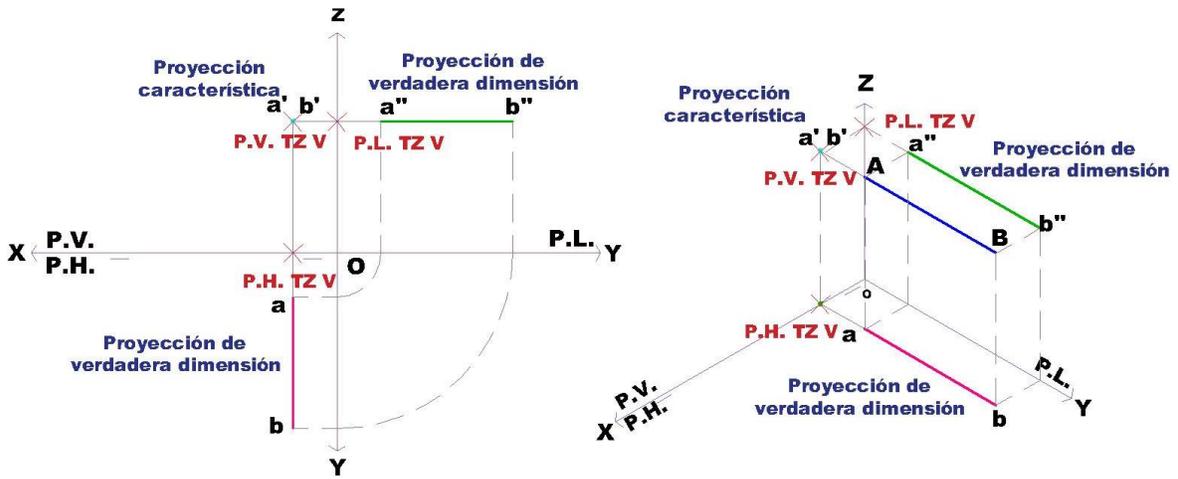


Imagen 106. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

La recta de punta genera la traza vertical

### RECTA DE PUNTA CON TRAZAS



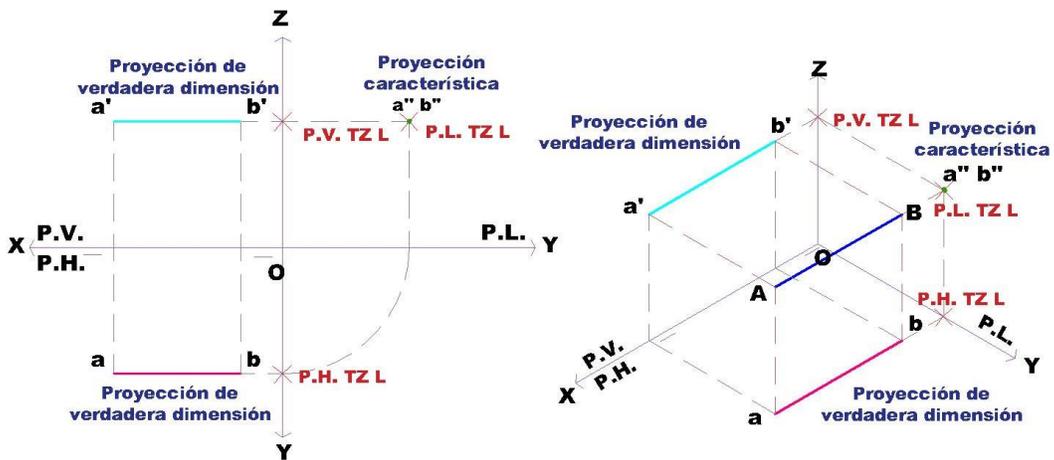
PROYECCIÓN ORTOGONAL

PROYECCIÓN AXONOMÉTRICA

Imagen 107. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

La recta Fronto-horizontal genera la traza lateral

### RECTA FRONTO-HORIZONTAL CON TRAZAS



PROYECCIÓN ORTOGONAL

PROYECCIÓN AXONOMÉTRICA

Imagen 108. (López, A. y Hernández, I.: 2018).



### Actividad 3

#### Proyección de rectas clasificadas como perpendiculares

En una hoja marquilla formato A4 y utilizando lápices de grafito, traza las rectas perpendiculares (vertical, de punta y Fronto -horizontal), ubicando sus proyecciones correspondientes. Utiliza las calidades de trazo recomendadas.

1. Traza los Ejes Ortogonales de la Montea Triplanar en el sector izquierdo y los Ejes Axonométricos de la Montea Espacial o Triedro Trirrectangulo en el sector derecho de la hoja.
2. De acuerdo con las características de cada recta, enlista las coordenadas que definan los puntos de los extremos de cada una de ellas.
3. Realiza las proyecciones correspondientes en los dos sistemas de representación.
4. Identifica las proyecciones de verdadera dimensión, y la proyección característica de cada recta; si tienes dudas pide ayuda al profesor que imparte la materia o a tu asesor.

#### Proyección de la recta oblicua o general (con trazas)

Al realizar la proyección de la recta general, debemos considerar que ésta es oblicua a los tres planos de proyección, por lo que no existirán proyecciones de verdadera dimensión y posición, generando las trazas en los tres planos de proyección.

Para obtener las proyecciones de verdadera dimensión y posición de este tipo de rectas, es necesario utilizar recursos complementarios como el giro o el abatimiento de los planos de proyección.

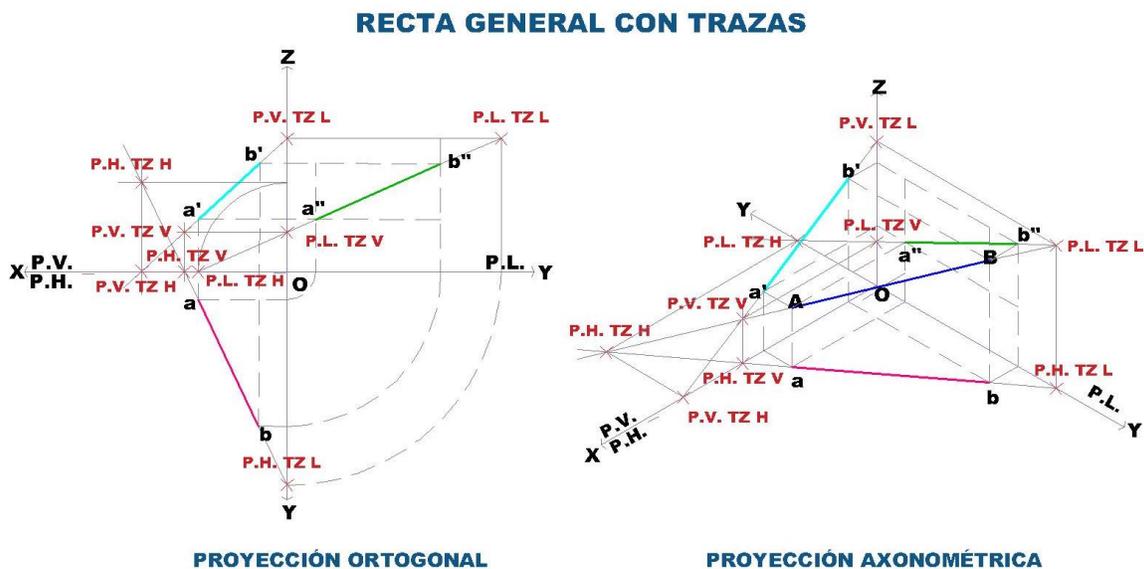


Imagen 109. (López, A. y Hernández, I.: 2018).



**Sabías qué...** La palabra **Intersectar** en geometría es incorrecta, aunque es la más utilizada, la palabra correcta es **Intersecar** que significa: cortar, cruzar (tener un punto en común).

### Proyección de dos rectas que se intersecan

Como hemos mencionado, las proyecciones son datos precisos de las características de los elementos representados, mediante los cuales podemos interpretar cuando dos rectas ubicadas en el espacio se intersecan.

Las premisas de mayor importancia condicionan lo siguiente:

- **Dos rectas se intersecan o intersecan si están contenidas en el mismo plano, pero no son paralelas.**
- **El elemento de generación de toda recta es el punto, por lo que el resultado de la intersección de dos rectas siempre será un punto.**
- **Dos rectas que se intersecan o intersecan siempre determinan un plano geométrico.**

Luego entonces, verificando que el punto de intersección de dos rectas en las proyecciones correspondientes es correcto, podemos determinar el tipo de plano geométrico que se genera.

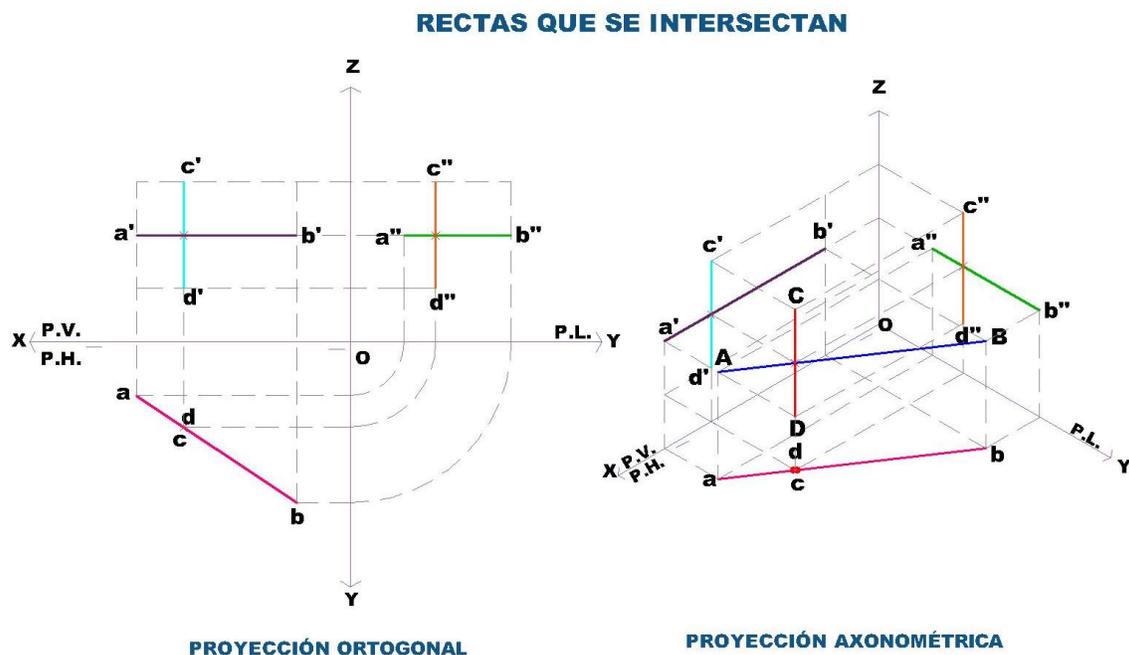


Imagen 110. (López, A. y Hernández, I.: 2018).



## Actividad 4

### Intersección de rectas

Sobre una hoja marquilla formato A4 y utilizando lápices de grafito, demuestra la intersección de dos rectas. Utiliza las calidades de trazo recomendadas.

1. Traza los Ejes Ortogonales de la Montea Triplanar en el sector izquierdo y los Ejes Axonométricos del Triedro Trirrectangular en el sector derecho de la hoja.
2. Enlista las coordenadas que definan las características de una recta horizontal y una recta de punta. Condiciona las coordenadas de ambas rectas para tener una intersección.
3. Demuestra mediante sus proyecciones la intersección (punto común a las dos rectas) en proyección ortogonal y axonométrica.
4. Identifica las proyecciones de verdadera dimensión y característica de cada recta; si tienes dudas pide ayuda al profesor que imparte la materia o a tu asesor.

### Proyección de dos rectas que se cruzan

En ocasiones, las proyecciones de dos rectas pueden aparentar una intersección, sin embargo, la manera de verificarla es la siguiente:

- Un punto en el espacio geométrico está condicionado sólo a una proyección (horizontal, vertical y lateral).
- El punto, resultado de una intersección de dos rectas, tendrá sus proyecciones correspondientes en las dos rectas, sin considerar su clasificación.
- La intersección, se reflejará en todas las proyecciones sin variación alguna.

**Cuando estas condiciones no se cumplen, estamos ante la situación de un cruce de rectas.**

## RECTAS QUE SE CRUZAN

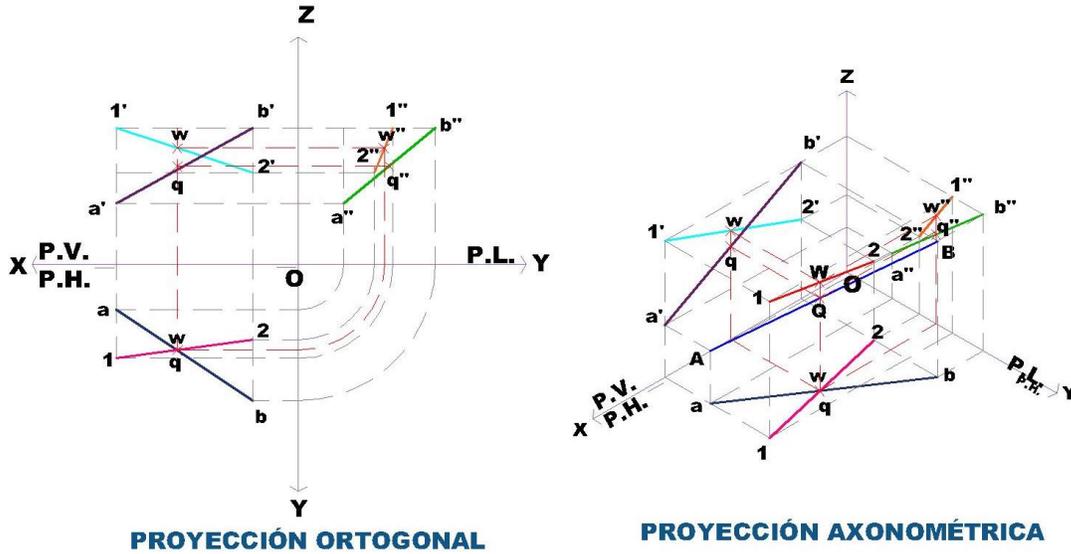


Imagen 111. (López, A. y Hernández, I.: 2018).



### Actividad 5

#### Cruce de rectas

Utilizando una hoja marquilla formato A4, y mediante la técnica de trazo a lápiz, demuestra el cruce de dos rectas. Utiliza las calidades de trazo recomendadas.

1. Traza los Ejes Ortogonales de la Montea Triplanar en el sector izquierdo y los Ejes Axonómétricos de la Montea Espacial o Triedro Trirrectangular en el sector derecho de la hoja.
2. Proyecta una recta vertical y una recta frontal de manera que su proyección vertical aparentemente genere una intersección.
3. Demuestra mediante sus proyecciones que al pertenecer a diferentes planos no existe la intersección.
4. Realiza la actividad en proyección ortogonal y proyección axonométrica.
5. Identifica las proyecciones de verdadera dimensión y característica de cada recta; si tienes dudas pide ayuda al profesor que imparte la materia o a tu asesor.

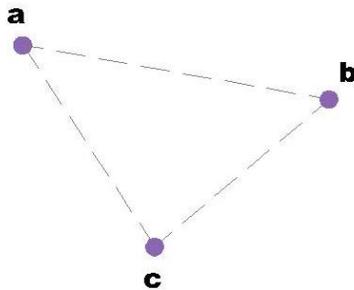
### Condiciones mínimas de Generación del Plano Geométrico

Los planos geométricos son elementos generados por el punto y la recta, por lo que la relación entre ellos para poder determinar un plano son los siguientes:

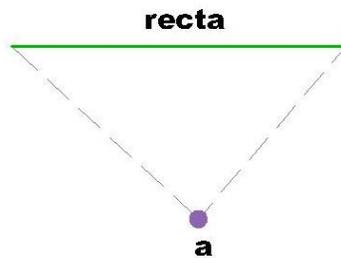
- Tres puntos no alineados.
- Una recta y un punto que no pertenezca a la recta.
- Dos rectas paralelas.
- Dos rectas que se intersecten.

### CONDICIONES DE GENERACIÓN DEL PLANO GEOMÉTRICO

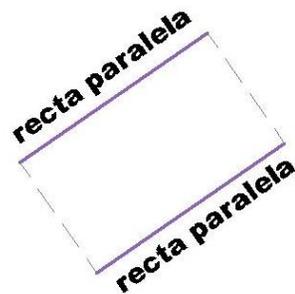
#### TRES PUNTOS NO ALINEADOS



#### UNA RECTA Y UN PUNTO QUE NO PERTENEZCA AL PLANO



#### DOS RECTAS PARALELAS



#### DOS RECTAS QUE SE INTERSECTAN

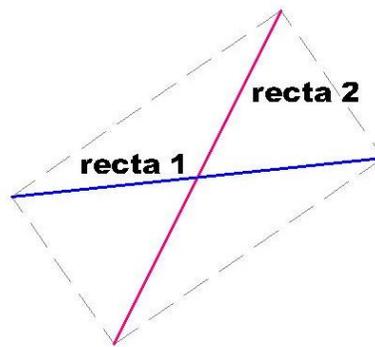


Imagen 112. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

## Clasificación de los planos

Los planos geométricos al igual que las rectas, se clasifican dependiendo de la posición que guarden con respecto a los planos de proyección y se agrupan de la siguiente manera:

- Planos paralelos.
- Planos perpendiculares.
- Planos generales.

## Los planos paralelos (características y proyección)

Son los planos paralelos a un plano de proyección y perpendiculares a los otros dos planos de proyección. Todo elemento paralelo a un plano proyecta en él su verdadera forma y dimensión, por lo que los planos clasificados como paralelos sólo tienen una proyección de verdadera forma y dimensión o magnitud, siendo sus otras proyecciones un segmento de recta.

Se clasifican en:

- Plano horizontal**, es paralelo al plano horizontal de proyección y perpendicular a los planos vertical y lateral de proyección. Las alturas son iguales en todos los puntos que forman el plano.

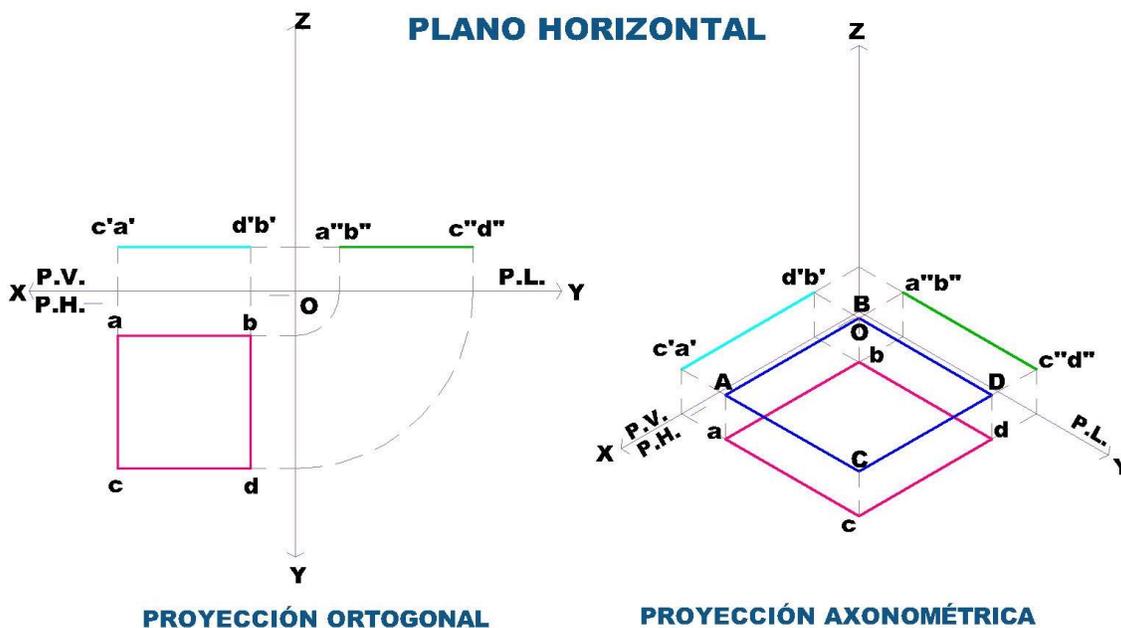


Imagen 113. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

- **Plano frontal**, es paralelo el plano vertical de proyección y perpendicular a los planos horizontal y lateral de proyección. Los alejamientos son iguales en todos los puntos que forman el plano.

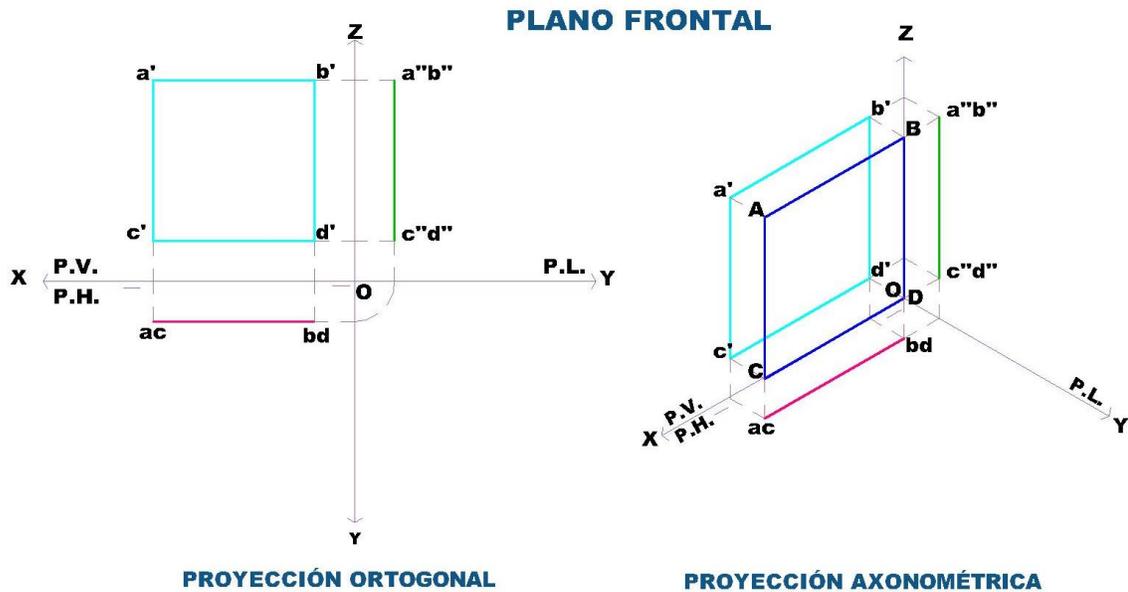


Imagen 114 (López, A. y Hernández, I.: 2018)

**Plano de perfil**, es paralelo al plano lateral de proyección y perpendicular a los planos horizontal y vertical de proyección. Las anchuras son iguales en todos los puntos que forman el plano.

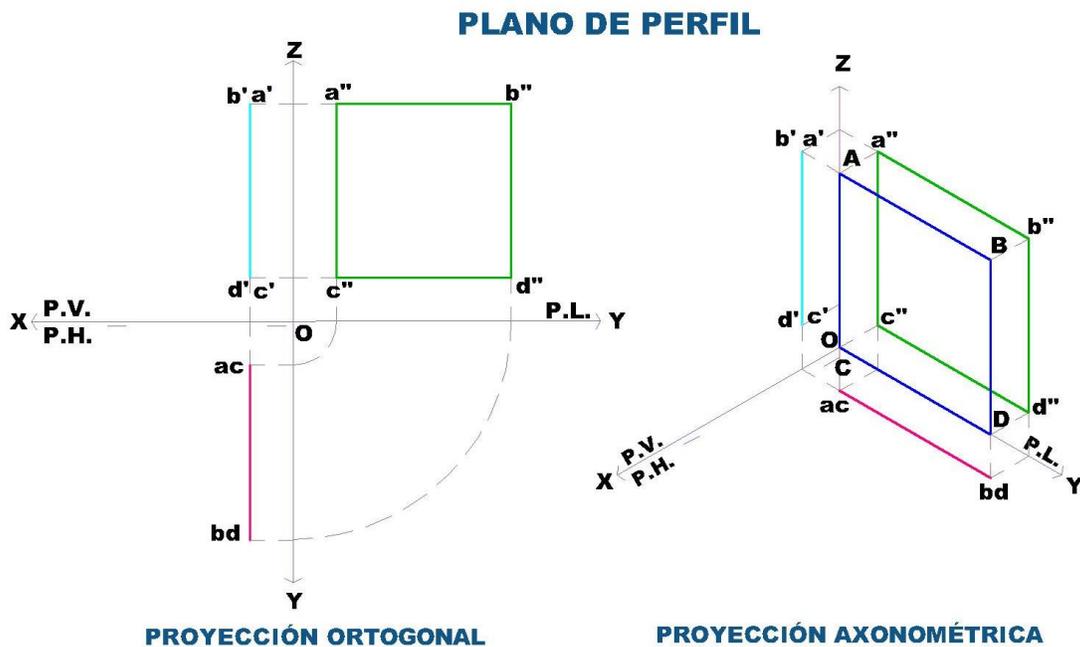


Imagen 115. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

## Los planos perpendiculares (características y proyección)

Son los planos perpendiculares a un plano de proyección y oblicuos a los otros dos planos de proyección.

Se clasifican en:

- **Plano vertical**, es perpendicular al plano horizontal de proyección y oblicuo a los planos vertical y lateral de proyección. En el plano horizontal se proyecta como un segmento de recta. En la proyección vertical y lateral, sólo se tiene una sugerencia de la forma del plano y no tiene proyección de verdadera dimensión.

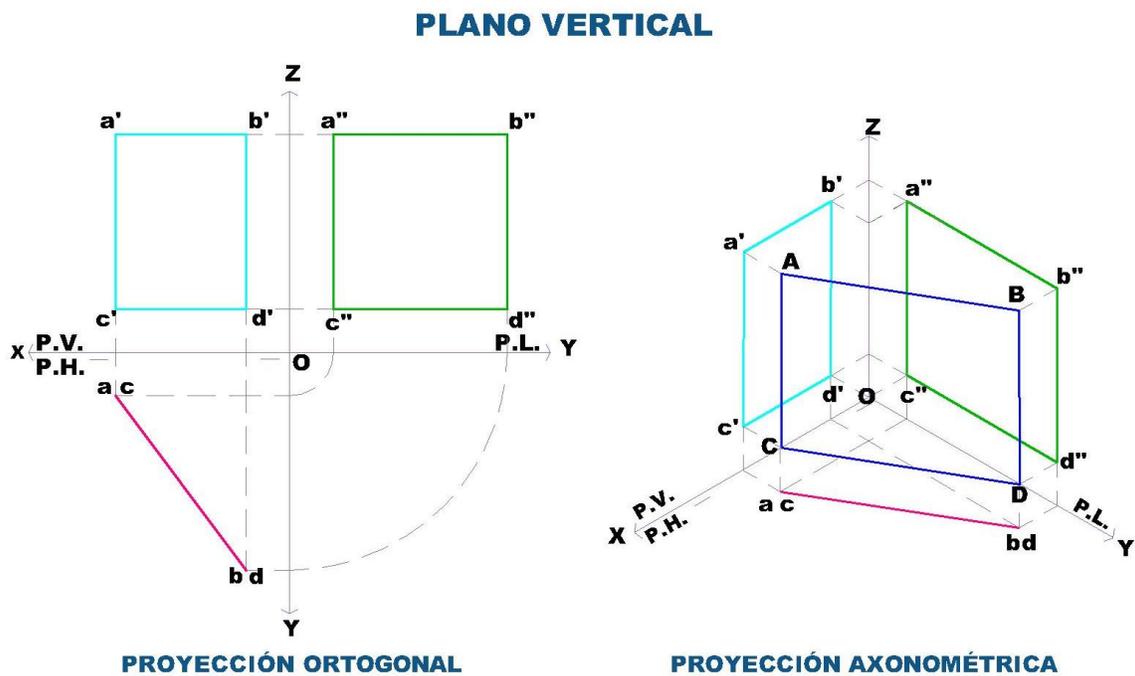
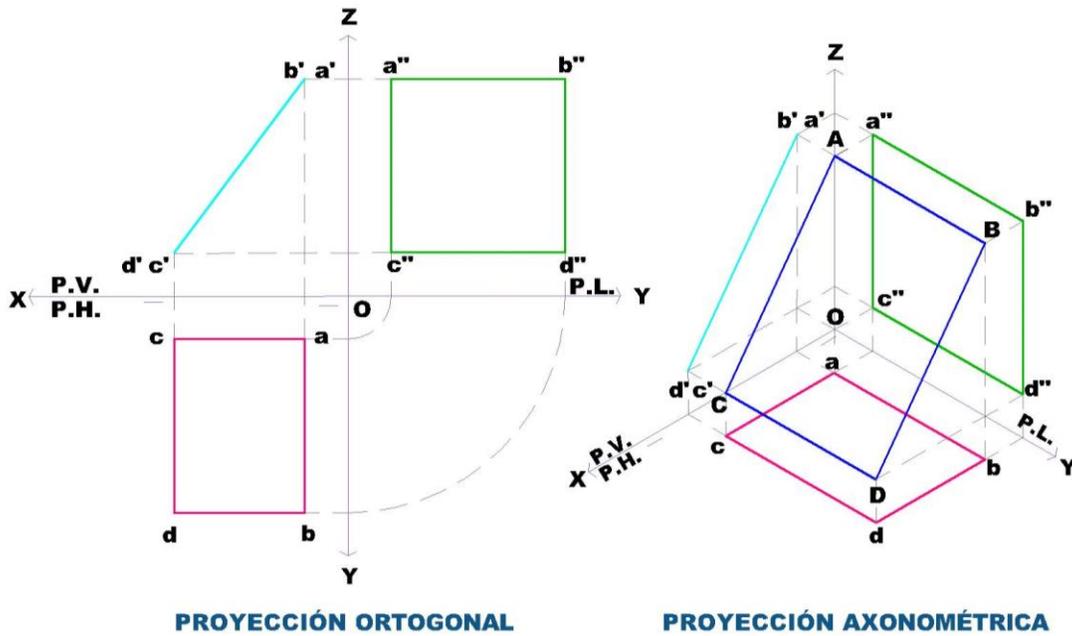


Imagen 116. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

- **Plano de canto**, es perpendicular al plano vertical de proyección y oblicuo a los planos horizontal y lateral de proyección. En el plano vertical se proyecta como un segmento de recta. En el plano horizontal y lateral de proyección sólo tenemos una idea de cómo es el plano, pero no se tienen datos de verdadera dimensión.

## PLANO DE CANTO



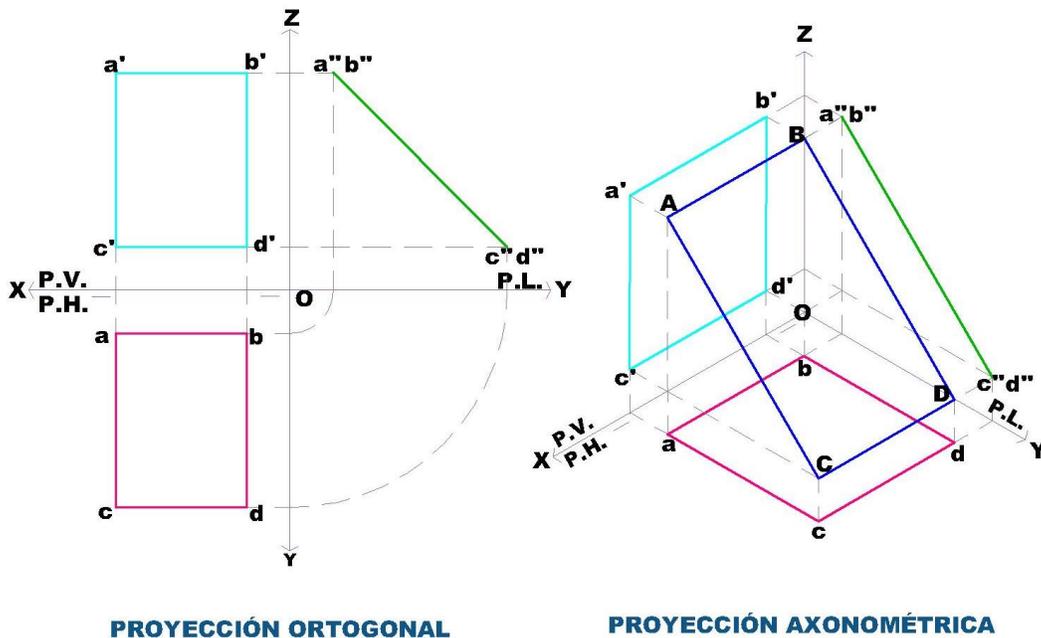
PROYECCIÓN ORTOGONAL

PROYECCIÓN AXONOMÉTRICA

Imagen 117. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

- **Plano de canto al lateral**, es perpendicular al plano lateral de proyección y oblicuo a los planos horizontal y vertical de proyección. En el plano lateral se proyecta como un segmento de recta y en los otros dos planos no se tienen proyecciones de verdadera dimensión, sólo una idea de la forma de este.

## PLANO DE CANTO AL LATERAL



PROYECCIÓN ORTOGONAL

PROYECCIÓN AXONOMÉTRICA

## El plano general, características y proyección

Siempre son oblicuos a los tres planos de proyección.

- **Plano general**, en este las tres proyecciones (horizontal, vertical y lateral) solo sugieren la forma del plano, pero ninguna proyección es de verdadera dimensión. Para obtener las proyecciones de verdadera forma, dimensión y posición de este tipo de planos, es necesario utilizar recursos complementarios como el giro o el abatimiento de los planos de proyección.

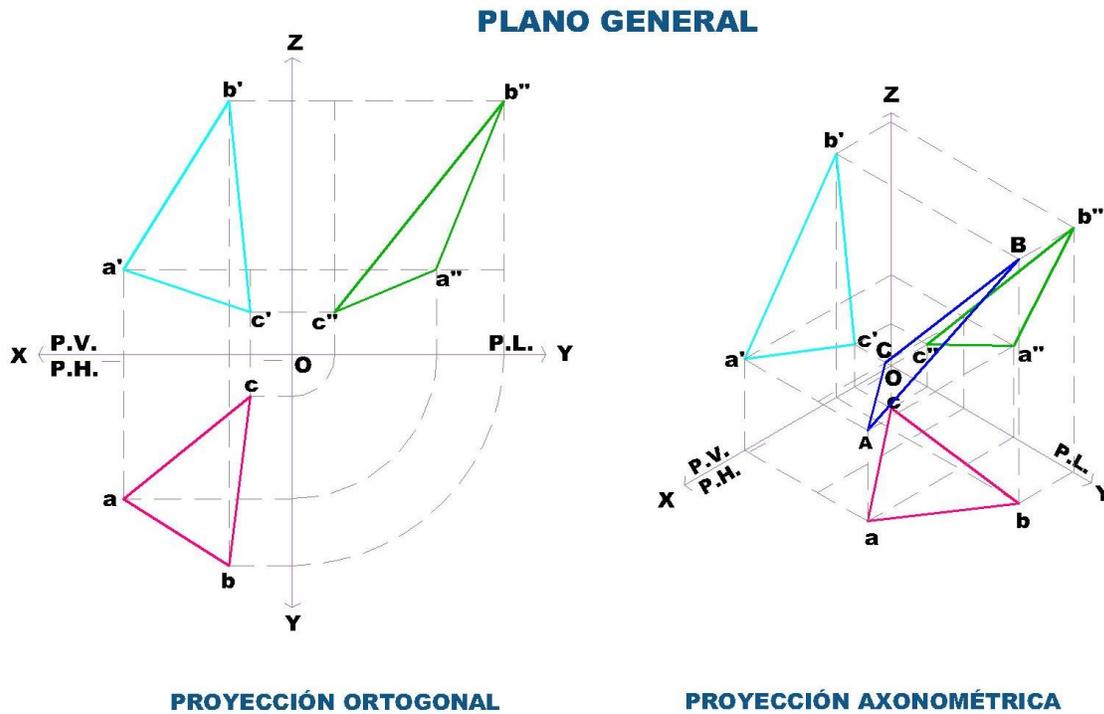


Imagen 119. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

**Tabla comparativa de los tipos de planos geométricos con respecto a los planos de proyección**

TIPOS DE PLANOS	PLANOS DE PROYECCIÓN		
	HORIZONTAL	VERTICAL	LATERAL
HORIZONTAL	//	⊥	⊥
FRONTAL	⊥	//	⊥
DE PERFIL	⊥	⊥	//

<b>VERTICAL</b>	⊥	X	X
<b>DE CANTO</b>	X	⊥	X
<b>DE CANTO AL LATERAL</b>	X	X	⊥
<b>GENERAL</b>	X	X	X

### Simbología

Paralela	//
Perpendicular	⊥
Oblicua	X

### Intersección de planos

Denominamos intersección, al elemento geométrico simple, común entre dos o más elementos geométricos complejos. El elemento de la intersección siempre es común a los elementos que intervienen en dicho concepto. Pongamos ejemplos.

El elemento de generación de la recta es el punto, luego entonces la intersección de dos rectas siempre será un punto, por lo tanto, si el elemento de generación del plano es la recta, el resultado de la intersección de dos o más planos siempre será un segmento de la recta resultante.

Cabe aclarar que la recta, resultado de la intersección de dos planos siempre será la recta común a los dos planos, por lo que es muy importante saber identificar los tipos de rectas que contienen cada uno de los planos geométricos.

No debemos olvidar que el plano es ilimitado por su condición de generación, y que nosotros limitamos una sección del plano dándole la forma y el dimensionamiento deseado, y que al hacerlo empleamos segmentos de rectas que son partes del mismo plano.

Estos segmentos son los elementos empleados para poder determinar una intersección entre dos o más planos. El principio se basa en la intersección de rectas, que es el elemento de generación del plano.

El criterio para identificar la intersección se funda principalmente en la condicionante de proyección del punto y en la propiedad de la recta, donde se establece que por dos puntos sólo pasa una recta.

PLANO	RECTAS QUE CONTIENE
HORIZONTAL	HORIZONTAL, DE PUNTA, FRONTO-HORIZONTAL.
FRONTAL	FRONTAL, VERTICAL, FRONTO-HORIZONTAL.
DE PERFIL	DE PERFIL, VERTICAL. DE PUNTA.
VERTICAL	VERTICAL, HORIZONTAL, GENERAL.
DE CANTO	FRONTAL, DE PUNTA, GENERAL.
DE CANTO AL LATERAL.	DE PERFIL, FRONTO-HORIZONTAL, GENERAL.
GENERAL	HORIZONTAL, FRONTAL, DE PERFIL, GENERAL.

De lo anterior, tenemos entonces que el segmento de recta resultante de la intersección entre un plano frontal y un plano horizontal será el siguiente:

PLANO	RECTAS QUE CONTIENE
FRONTAL	FRONTAL, VERTICAL, FRONTO-HORIZONTAL.
HORIZONTAL	HORIZONTAL, DE PUNTA, FRONTO-HORIZONTAL.

### INTERSECCIÓN DE PLANOS

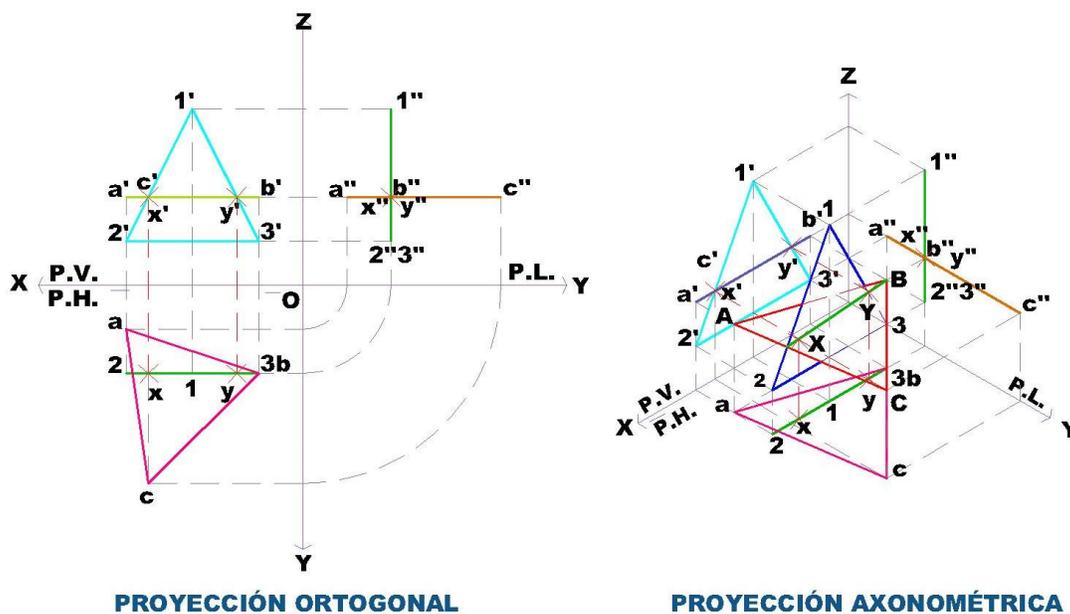


Imagen 120. (López, A. y Hernández, I.: 2018).



## Actividad 6

### Intersección de planos

Empleando una hoja marquilla formato A4 y mediante la técnica de trazo a lápiz, realiza la intersección de un plano horizontal y un plano vertical. Utiliza las calidades de trazo recomendadas.

1. Traza los Ejes Ortogonales de la Montea Triplanar en el sector izquierdo y los Ejes Axonométricos de la Montea Espacial o Triedro Trirrectangular en el sector derecho de la hoja.
2. Proyecta un plano horizontal y un plano vertical de manera que genere una intersección.
3. Enlista los tipos de rectas que pueden estar contenidos en cada uno de los planos, e identifica la recta común a ellos.
4. Identifica y verifica que la proyección obtenida corresponda a la recta de intersección.



### 2.4. Aplicación de la verdadera forma y magnitud a través del dibujo de desarrollos para la construcción de maquetas

#### Verdadera forma y dimensión o magnitud de un elemento geométrico (rectas y planos)

Es muy importante conocer los datos de la verdadera forma y dimensión de un elemento geométrico en sus proyecciones, porque permitirán la construcción del volumen proyectado de manera precisa.

Cuando se trata de poliedros, las rectas determinan las características de los planos que forman dichos elementos, ya que las superficies que lo limitan son llanas y de contorno poligonal.

Cuando se trata de volúmenes de revolución la situación se condiciona a la línea que genera la superficie conocida como generatriz, la cual, puede ser recta o curva.

Para que una proyección represente la verdadera forma y dimensión o magnitud de un elemento geométrico, es necesario que el elemento y su proyección sean paralelos, ya que una proyección que no es paralela no tiene datos reales.

En elementos curvos, es necesario apoyarse en los recursos de construcción y desarrollo que ofrece la geometría plana para una mayor exactitud en los resultados.

## VERDADERA FORMA Y DIMENSIÓN DEL PLANO GENERAL



Imagen 121. (López, A. y Hernández, I.: 2018).



### Actividad 7

#### La verdadera forma y dimensión de un plano

Utilizando el mismo material e indicaciones de las actividades anteriores, realiza el trazo de un plano vertical.

1. Traza los Ejes Ortogonales de la Montea Triplanar en el sector izquierdo y los Ejes Axonómétricos de la Montea Espacial o Triedro Trirrectangulo en el sector derecho de la hoja.
2. Realiza la proyección de un plano vertical de forma triangular, en donde uno de sus lados sea una recta vertical.
3. Utilizando la recta vertical como eje de giro, convierte al plano vertical en un plano frontal y realiza su nueva proyección.
4. Identifica y verifica que la proyección obtenida corresponde a un plano paralelo.
5. Explica las características de las rectas obtenidas en relación con su proyección.

#### El volumen.

El volumen es una extensión en las tres dimensiones de una región del espacio, que se puede medir, admitiendo las condicionantes de los elementos básicos.

Desde el punto de vista físico, todos los cuerpos ocupan un volumen por el hecho de ser extensos en las tres dimensiones.

El volumen geométrico es un elemento generado a partir de puntos, líneas y planos que determinan tres dimensiones. Si el volumen está formado por superficies planas recibe el nombre de poliedro, y si tiene una superficie continua se le denomina volumen de revolución.

## PIRÁMIDE OCTAGONAL

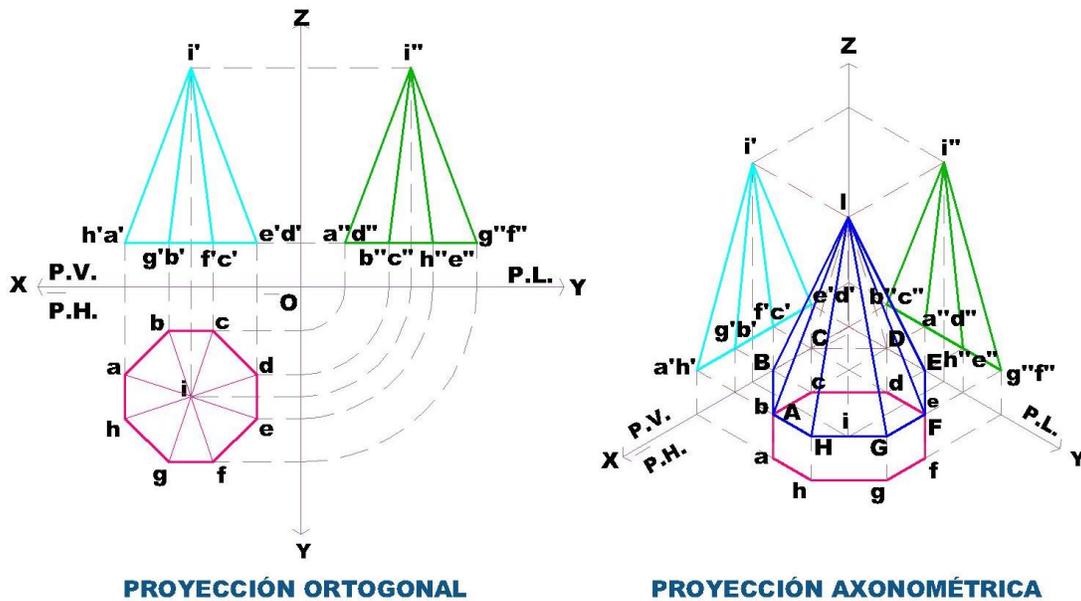


Imagen 122. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

### El volumen seccionado y en intersección

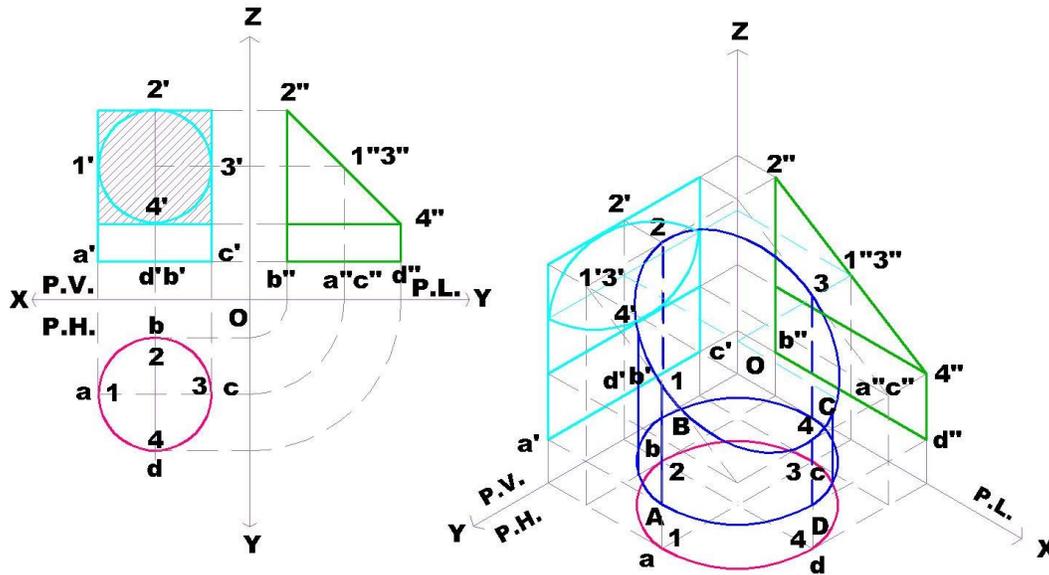
- **El volumen seccionado**

El volumen se puede intersectar o intersectar con un plano geométrico o un plano de proyección. Al resultado de esta intersección se le denomina seccionamiento.

Como sabemos el sólido puede ser un poliedro o un volumen de revolución, pero en ambos casos, en el resultado del seccionamiento se obtendrá el elemento común entre el plano y el sólido; hablamos de la línea, ya sea recta o curva.

Un volumen es considerado seccionado cuando se obtiene como resultado una superficie llana que afecta a los elementos involucrados.

## CILINDRO SECCIONADO



**PROYECCIÓN ORTOGONAL**

**PROYECCIÓN AXONOMÉTRICA**

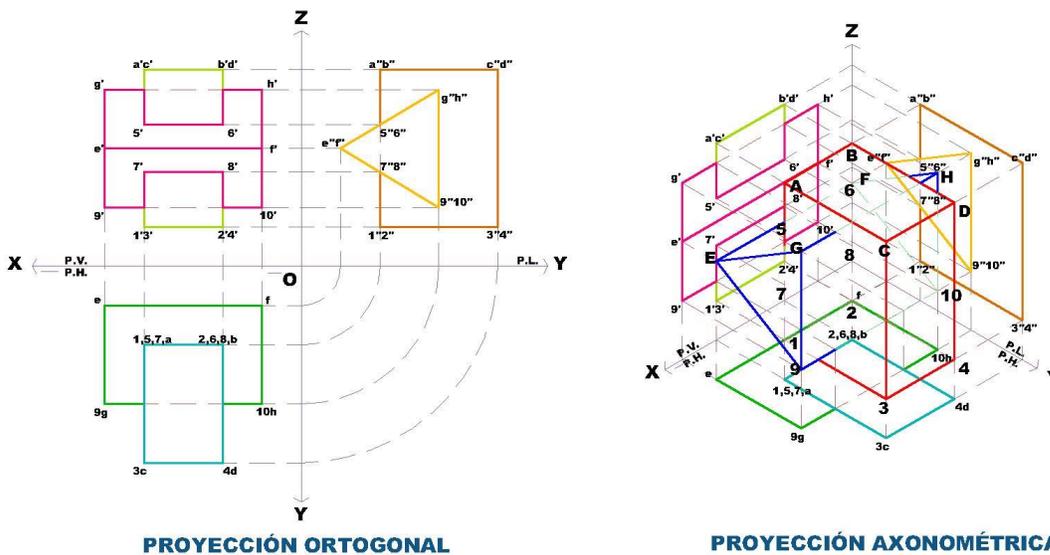
Imagen 123. (López, A. y Hernández, I.: 2018).

- **El volumen intersecado**

Dos volúmenes están intersecados, o intersecados, si tienen como elemento resultante figuras poligonales o curvas cerradas, independientes entre sí.

Las figuras poligonales se obtienen en la intersección de los poliedros, y las curvas en los sólidos de revolución.

## INTERSECCIÓN DE VOLÚMENES



**PROYECCIÓN ORTOGONAL**

**PROYECCIÓN AXONOMÉTRICA**

Imagen 124. (López, A. y Hernández, I.: 2018).



## Actividad 8

### Intersección de volúmenes

Utilizando una hoja marquilla formato A4, y mediante la técnica de trazo a lápiz, construye la línea de intersección de un cilindro recto de bases paralelas y un cono recto de base circular.

1. Traza los Ejes Ortogonales de la Montea Triplanar en el sector izquierdo y los Ejes Axonométricos de la Montea Espacial o Triedro Trirrectangular en el sector derecho de la hoja.
2. Realiza la proyección del cilindro y del cono, ubicando el vértice del cono en la recta vertical que une el centro de las dos bases del cilindro; ubica la altura del vértice de manera que genere con el centro de la base del cono una recta horizontal.
3. Ubicadas las directrices de ambos volúmenes, proyecta las generatrices de ambos volúmenes con el concepto de intersección de rectas.
4. Realiza la ubicación el punto de intersección.
5. Identifica y verifica que la proyección obtenida sea correcta.
6. Genera los puntos necesarios para obtener la línea de intersección.

### Desarrollo de volúmenes

El desarrollo de los volúmenes o cuerpos geométricos consiste en la sucesión ordenada en un plano de los polígonos o figuras que permiten su construcción, siendo posible la aplicación de la escala.

En el desarrollo de un volumen se refleja claramente las características de los elementos que la integran como las dimensiones de los lados, los ángulos que intervienen y las superficies reales de los planos.

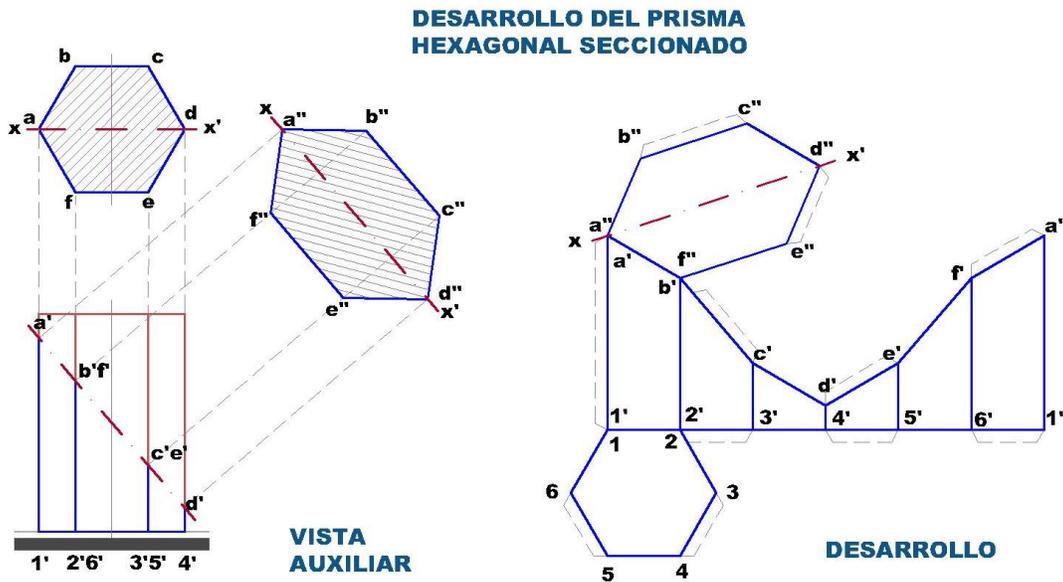


Imagen 125. (López, A. y Hernández, I.: 2018).



## Resumen

En esta unidad se adquiere el conocimiento de un Sistema de Representación Gráfica y de cómo se estructura, cuáles son los elementos que la integran y como están interrelacionados.

Se conoce los Sistemas de Representación Ortogonal en sus dos variantes y se demuestra en ambos casos que los datos de proyección tienen la misma relación y que su condición matemática es invariable, ya que, a pesar de estar en diferentes posiciones de representación, son resultado del mismo sistema.

Se demuestra que la Proyección Axonométrica es complemento de la Proyección Ortogonal, ya que permite mayor claridad en la percepción de los elementos analizados no importando su complejidad.

Se demuestra que los elementos complejos (volumen) están estructurados a partir del elemento más simple (punto). Que su estudio es mucho más simple cuando se tiene pleno dominio y conocimiento de los elementos que estructuran los Sistemas de Proyección facilitando su comprensión.

En esta Unidad, se adquieren los conocimientos y la habilidad de representar de manera clara y precisa un objeto real o imaginario mediante un procedimiento de interpretación universal.



## Autoevaluación

Instrucciones: lee cuidadosamente la pregunta y subraya la respuesta correcta.

- 1. Se denomina Espacio Geométrico al determinado por:**
  - A) Por planos definidos y claramente establecidos.
  - B) Las referencias de los planos con el punto.
  - C) La relación entre los planos de proyección.
  - D) Las proyectantes de los puntos.
  
- 2. El plano que establece las alturas con signo negativo y positivo recibe el nombre de:**
  - A) Plano de proyección.
  - B) Plano horizontal.
  - C) Plano geométrico.
  - D) Plano paralelo.
  
- 3. Los planos de proyección empleados en el Sistema Diédrico son:**
  - A) Vertical y de canto.
  - B) Horizontal y general.
  - C) Frontal y vertical.
  - D) Horizontal y vertical.
  
- 4. Los elementos del Sistema de Proyección Ortogonal son:**
  - A) La proyección, la recta y el plano de proyección.
  - B) El punto, los ejes y la recta.
  - C) El punto, la proyectante y el plano de proyección.
  - D) La proyección, la proyectante y el plano de proyección.
  
- 5. La montea triplanar es un Sistema compuesto por:**
  - A) Un plano de proyección.
  - B) Dos planos de proyección.
  - C) Tres planos de proyección.
  - D) Cuatro planos de proyección.
  
- 6. La combinación de las referencias de alejamiento y altura genera la proyección conocida como:**
  - A) Horizontal.
  - B) Frontal.
  - C) Vertical.
  - D) Lateral.

7. **Las rectas clasificadas como paralelas son:**
- A) Frontal, vertical y lateral.
  - B) Horizontal, de punta y vertical.
  - C) General, vertical y de perfil.
  - D) Horizontal, frontal y de perfil.
8. **Una recta perpendicular siempre tiene:**
- A) Una proyección de verdadera dimensión.
  - B) Dos proyecciones de verdadera dimensión.
  - C) Tres proyecciones de verdadera dimensión.
  - D) No tiene proyecciones de verdadera dimensión.
9. **La recta general por su posición respecto a los planos de proyección siempre presenta:**
- A) Una traza.
  - B) Dos trazas.
  - C) Tres trazas.
  - D) No presenta trazas.
10. **Un plano paralelo se proyecta con:**
- A) Una proyección oblicua y dos lineales.
  - B) Tres proyecciones oblicuas.
  - C) Dos proyecciones oblicuas y una lineal.
  - D) Una proyección paralela y dos lineales.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calderón, F.J. (2014). *Dibujo Técnico Industrial*. México: Porrúa.
- De la Torre, M. (2005). *Geometría Descriptiva*. México: UNAM.
- Ferrer, J.L. (1995). *Sistema Diédrico*. México: Paraninfo.
- Bermejo, M. (1999). *Geometría Descriptiva Aplicada*. México: Alfaomega.
- Mercado, L.M. (1992). *Dibujo Técnico Industrial*. México: Trillas.
- Sugrañes, P. (2011). *Apuntes para la materia de Geometría Proyectiva*: México: FES Aragón UNAM.

## UNIDAD III. PROYECCIONES CÓNICAS PARA ESTUDIAR Y REPRESENTAR EL VOLUMEN

### Objetivo

El alumno:

- Analizará la perspectiva y sus elementos en relación con la percepción visual del ojo humano, para facilitar la comprensión de los principios de representación del volumen y su ubicación espacial, a través de la comprensión de la teoría y el método del trazo de la perspectiva.
- Aplicará los métodos de trazo de perspectiva para la representación de volúmenes y la proyección de sombras a partir de la relación observador, objeto y espacio.
- Valorará la importancia de la perspectiva a partir de la aplicación del método de trazo, con el fin de representar los objetos y su ubicación espacial en forma similar a la realidad percibida.

### Introducción

El tema de las proyecciones cónicas y de sombras es trascendental para el logro de los ejercicios prácticos que se requieren para acreditar la asignatura de Dibujo Constructivo, pero principalmente los contenidos de esta unidad aportan un conocimiento integral, ya que sus fundamentos abarcan desde temáticas incluidas en la historia del arte, la ciencia, la arquitectura y el dibujo hasta expresiones artísticas como la pintura, la fotografía, etcétera. Lo anterior vuelve el tema de las proyecciones cónicas y de sombras un campo fértil de saberes teóricos y prácticos que esperamos despierte en ti la inquietud de seguir investigando sobre el tema que, visto desde varios ángulos, resulta muy interesante.



### 3.1. Teoría y métodos de la perspectiva en relación con la visión humana

#### ¿Qué es una proyección cónica?

En la unidad anterior abarcamos lo que es una *proyección*. Abarcamos el estudio de todo lo relacionado una proyección de un punto, de una línea, de un plano y de una forma volumétrica. En esta unidad estudiaremos nuevamente lo que es una proyección de formas volumétricas sólo que agregaremos un elemento esencial que es el concepto de espacio. Nos referimos con esto más puntualmente a la proyección cónica que es la representación de los objetos considerando el espacio que los contiene dependiendo del punto de vista del espectador, es decir; la proyección de las formas será representada dependiendo del ojo de quien observa

y así será diferente la proyección de un objeto, visto desde arriba, desde abajo o de frente.

La proyección cónica, es el sistema de representación que más se asemeja a la visión humana, es por esto por lo que es usado para dotar al dibujo de una sensación de realidad, ya que se logra una aparente profundidad que nos permite valorar la posición particular de cada objeto en el espacio.

Para ejemplificar lo dicho veamos la siguiente imagen que pertenece a un video juego llamado Dark Souls.



Imagen 126. Videojuego Dark Souls (empresa From Software s.f.)

Como podrás apreciar las figuras de los combatientes parecen las de dos verdaderos colosos, lo que llamamos figuras monumentales, esto se debe a que el programador quiso dar esta sensación de grandeza de las formas y lo consigue precisamente porque pone intencionalmente al espectador por debajo de las figuras.

Si prolongamos las líneas que son parte de la estructura del espacio o, dicho de otra manera, la estructura de la construcción circundante, como se aprecia en la siguiente imagen, nos daremos cuenta que coinciden en un punto a la lejanía. Este punto se le llama “punto de fuga” y si trazamos una línea horizontal que parte de la altura exacta de este punto, se le denominará “horizonte visual” que equivale a la altura exacta de la mirada del espectador. De esta manera nos damos cuenta que el espectador observa la escena del combate muy por debajo de los gladiadores, lo que se le conoce como “vista de hormiga”.

Como podrás darte cuenta, el conocimiento del programador se sustenta en la llamada “teoría de la perspectiva” que es un conocimiento que comenzó a gestarse desde antes del Renacimiento y que sigue vigente hasta nuestros días. Seguramente te preguntarás ¿cómo fue el desarrollo de los principios de la teoría de la perspectiva? Para hallar una respuesta breve estudiaremos lo siguiente:



Imagen 127. Videojuego Dark Souls (intervenido) (empresa From Software s.f.)

## Breve historia sobre las proyecciones cónicas



Imagen 128. Dolmen (autor desconocido: Periodo Neolítico; 8500 a.C.)



Imagen 129. Pinturas rupestres en las cuevas de la sierra de San Francisco, Baja California (autor desconocido: 3000 a.C.)

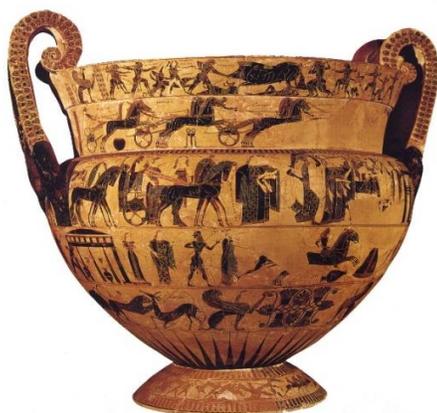


Imagen 130. Crátera, Florencia (Autor desconocido: 570 a.C.)

Para considerar el logro de la representación de los objetos en el espacio, debemos imaginar que desde las antiguas civilizaciones el hombre primitivo experimentó la relación entre los objetos y el espacio cuando colocaba piedra sobre piedra, con la finalidad de lograr una construcción organizada, que posteriormente ocuparía como su espacio vital. De esta forma el hombre llegó a experimentar de primera mano los planos, los ángulos, las superficies y los movimientos convenientes de la luz. (Flocon, 1966)

Este acto de cercar el espacio para darle una utilidad vital, generó una unidad indisoluble entre los objetos y el espacio.

Si retomamos a la pintura y escultura prehistórica, podemos plantear que el hombre *proyectaba* en la piedra y en la pared rocosa los objetos de sus deseos vitales. Si consideramos, por ejemplo, las representaciones de seres vivos en las pinturas rupestres, deben contener estas algo de la “magia” que formaba parte de la estructura de pensamiento del hombre en esos momentos. Así las formas representadas pudieron formar parte de rituales de iniciación en la cacería. Lo que nos toca rescatar de este punto es que estas formas, aunque las concebimos como “figuras planas” que no consideran al espacio, para el hombre primitivo fueron formas animadas que seguramente les impresionaron por lo que cada una lograba representar (Flocon, 1966).

Si se trata de retomar en la historia la importancia de la representación de las formas en función del espacio no podemos pasar por alto algunas manifestaciones como la cerámica, que se dieron a través del tiempo, desde siglos antes de Cristo hasta el renacimiento, donde las proyecciones



Imagen 131. Pintura al temple sobre tabla en el techo mudéjar de la Catedral de Santa María de Mediavilla en Teruel, (Autor desconocido: siglo XII)

cónicas encontraron su auge, por ejemplo; en ciertas representaciones de la cerámica Griega realizada mediados del siglo V a. C., se dan muestra de que los objetos mantienen un espesor, y éstos pasan de ser meramente representaciones ortogonales (planta y alzado) a formas que ya mantienen la idea de la *profundidad* de un objeto. Y mediante la superposición de planos el hombre consigue dar una sensación de profundidad. Para que esto fuera cada vez más evidente, hubo que esperar

hasta el siglo V d. C., a que en Italia aparecieran ciertas cráteras<sup>1</sup> con indicaciones de paisajes resueltos mediante la superposición de planos: personajes = colinas = árboles = castillos = etcétera (Flocon, 1966). En las cráteras aparecen frecuentemente líneas horizontales que representan la tierra, arriba de ésta se postran los objetos. Con ello podemos suponer que dichas representaciones son el deseo de manifestar cierta relación entre el hombre, los objetos que generalmente son dinámicos y el espacio.

La representación de las formas en la Edad Media todavía adolece en muchos sentidos de relacionarlas con un espacio circundante. Aquí las formas se hallaron constantemente referidas a un plano simplemente destacadas sobre un fondo (Flocon, 1966).

En el arte gótico a partir del siglo XIII, la relación entre las formas y el espacio comenzaron a ser consideradas como formas expresivas igualmente valiosas y de una unidad homogénea. Cabe mencionar que en función del espacio circundante casi siempre se encuentra la representación de arquitectura del lugar y la sensación de que los personajes habitan esos lugares genera la ilusión óptica de espacio (Flocon, 1966).

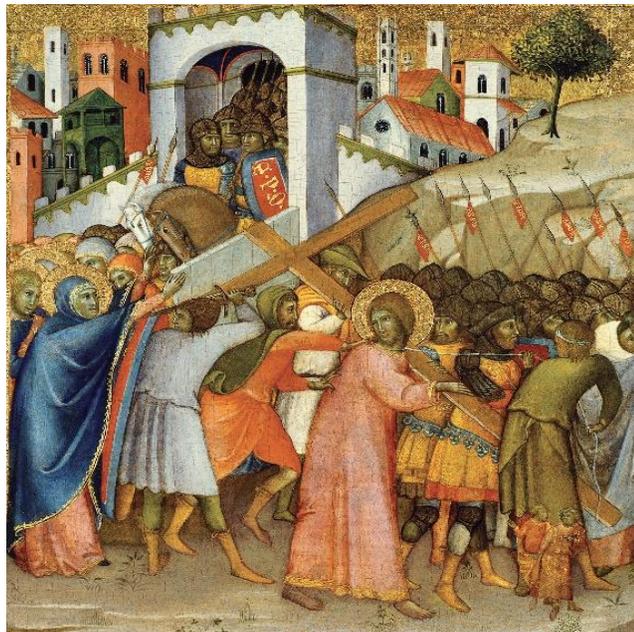


Imagen 132. Cristo camino del Calvario, (Andrea di Bartolo: hacia 1415)

<sup>1</sup> Crátera: Vasija grande y ancha donde se mezclaba el vino con agua antes de servirlo en Grecia.

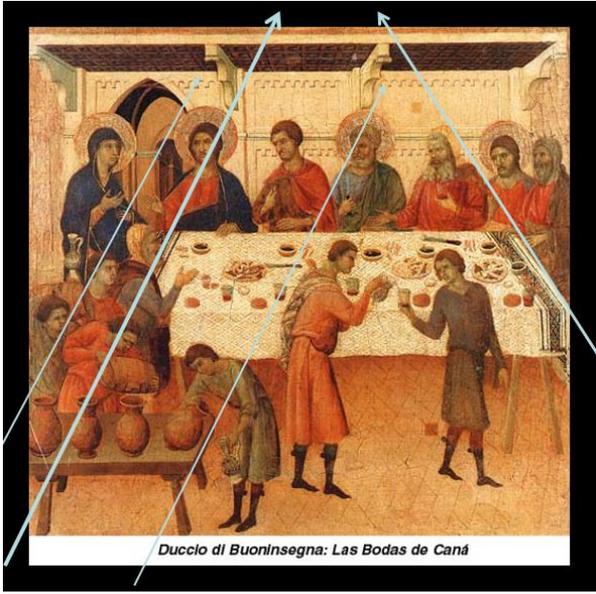


Imagen 133. Las bodas de Caná,  
(Duccio di Buoninsegna: 1308)

Como te podrás dar cuenta en la relación entre formas y espacio, en este caso representados por las construcciones se aprecian algunos desfases. Esto se debe a que se está consolidando la idea de punto de fuga. En la siguiente imagen del cuadro “Las bodas de Caná del pintor Duccio di Buoninsegna, se puede apreciar que las mesas representadas tienen aún inconsistencias en la representación espacial. Por un lado, la mesa pequeña se encuentra representada en oblicuo y la mesa grande intenta encontrar un punto de fuga a la lejanía. Esta imagen muestra cómo más adelante los pintores y arquitectos del Renacimiento lograrán encontrar la relación entre punto de fuga y horizonte visual, mismas que forman parte de los componentes de la teoría de la perspectiva.

En este punto ya puede dictaminarse el inicio de las proyecciones cónicas. Los fundadores de la concepción del espacio moderno perspectivo son los dos grandes maestros quienes representan la síntesis entre el arte gótico y bizantino; Giotto y Duccio, con ellos comenzó la superación de los principios medievales de representación plana. En este punto (todavía con representaciones contradictorias) se alcanzó la unificación perspectiva de todo el espacio representado en profundidad. Y hay que esperar hasta la siguiente generación de artistas para que se introduzca el conocimiento del “**punto de fuga central**”, con pleno desarrollo de la idea matemática del espacio, puesto que el “punto de fuga” fue representación y símbolo concreto de la relación del infinito (Flocon, 1966).

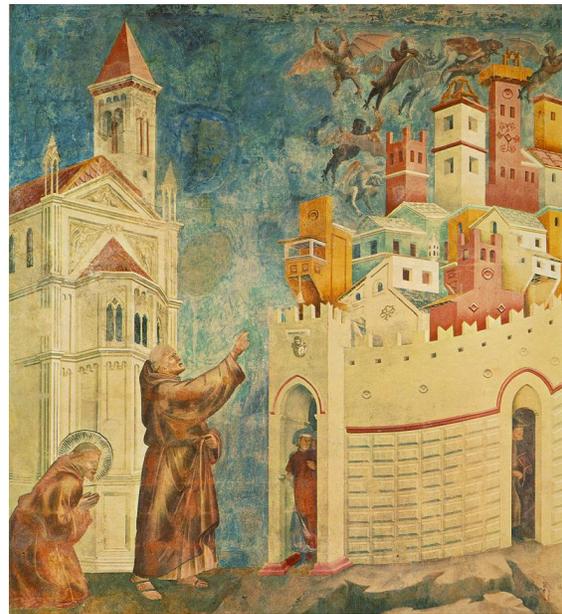


Imagen 134. Expulsión de los demonios de Arezzo, (Giotto di Bondone: 1300)



### Actividad 1

Sobre una imagen impresa de un cuadro de Leonardo Da Vinci que contenga construcciones arquitectónicas, prolonga las aristas que conforman las construcciones con lápiz y regla. Observa si coinciden en uno o varios puntos aunque estos se salgan de los límites del papel.

Analiza lo siguiente: Si no hay coincidencia entre las aristas de la construcción quiere decir que la obra se realizó en un momento en el que aún no se concretaba la idea de punto de fuga. Si existe un punto o puntos que coincidan a la misma altura, se trata de una obra que ya logró consolidar los principios de punto de vista y punto de fuga, propios de la perspectiva.

### ¿Proyección cónica o perspectiva?

Es importante definir entre los términos que se emplean en la presente unidad, ya que nos daremos cuenta que los textos pueden manejar uno u otro, sin embargo se refieren exactamente a lo mismo.

Históricamente los primeros escritos sobre la perspectiva se encuentran en el tratado *de la Prospectiva pingendi* de Piero della Francesca, en el que se aprecia que se están gestando todavía los fundamentos. Más adelante el primer término en aparecer es el de “pirámide visiva” o pirámide visual cuyo concepto lo consolida León Bautista Alberti con su *intercissione della piramide visiva*, escrito alrededor de 1436.

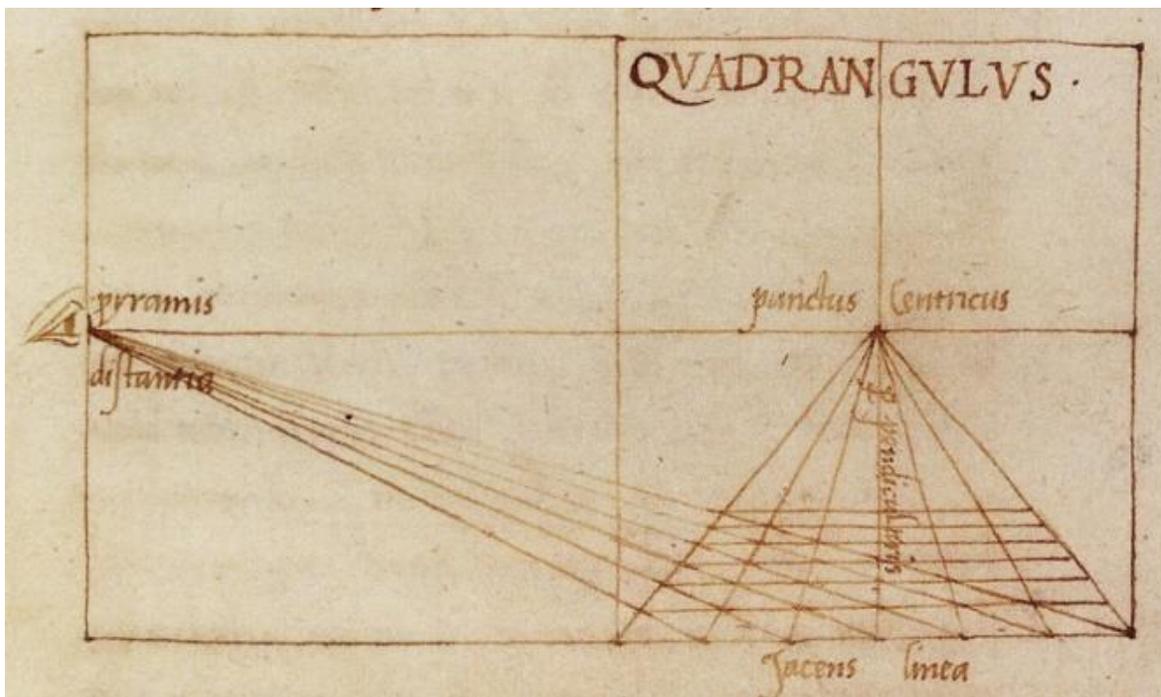


Imagen 135. El concepto de pirámide visual en la construcción geométrica del mecanismo proyectivo, (atribuido a Alberti: s.f.)

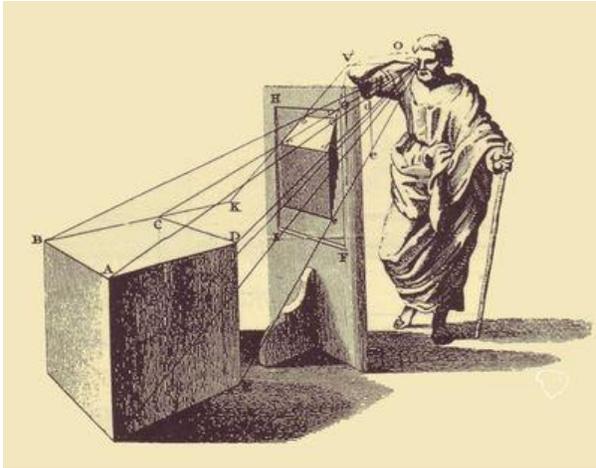


Imagen 136. Visualización de los principios fundamentales de la perspectiva. (Taylor: 1715)

El concepto de la pirámide visual se refiere a la conformación entre la mirada del espectador y el objeto que va a representar. Como se puede apreciar en las imágenes, se produce un efecto de pirámide entre el punto de partida de la mirada y el objeto (campo visual), así mismo, la representación de las figuras puestas en el plano que se interpone entre el espectador y el objeto, forman parte de esta amplitud piramidal que abarca la mirada.

En el caso del término “Proyección cónica” se refiere a la concepción de un cono en lugar de una pirámide. El principio es fundamentalmente el mismo, simplemente que la concepción del cono puede contener algunas sutiles curvaturas en los elementos que se encuentran cercanos a la vista.

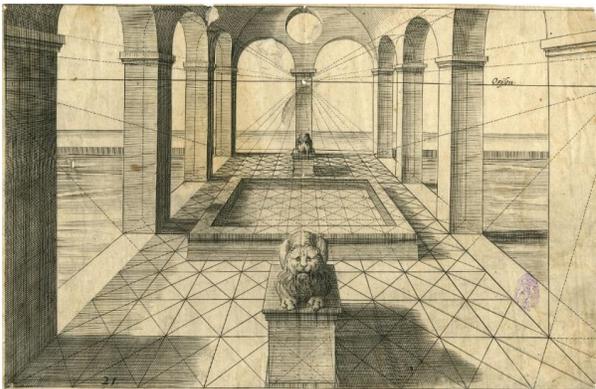


Imagen 137. Estudio de Perspectiva de una sala abierta, (Durer:15..?)

Referente al término perspectiva, Erwin Panofsky nos explica que **item perspectiva** es una palabra latina que significa “mirar a través”. Así la perspectiva del espacio será aquella representación en donde no sólo los objetos como casa o muebles son representados en escorzo (en fuga), sino en cierto modo, es la representación de objetos y espacio que resulte como el visto por una ventana (plano del cuadro), a través de la cual podemos realizar un recorrido visual del espacio (campo visual). En la superficie de un dibujo o pintura, la perspectiva es una proyección de un espacio unitario que comprende todas las diversas cosas.



Imagen 138. Perspectiva de dibujo para la iglesia de Santo Spirito en Florencia, (Dibujo atribuido a Brunelleschi: 1428)

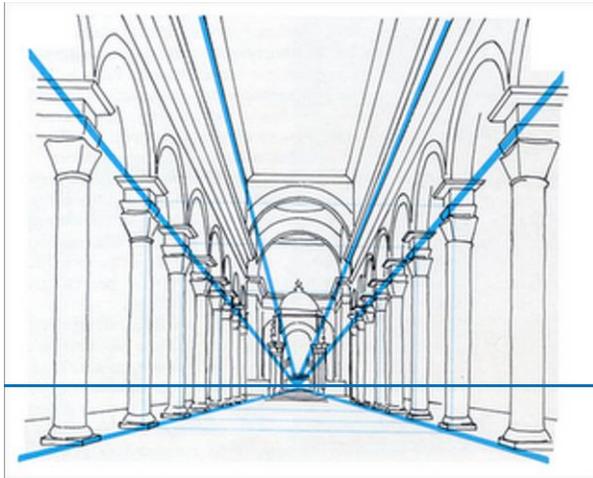


Imagen 139. Análisis lineal del dibujo atribuido a Brunelleschi (autor desconocido: s.f.)

Panofsky menciona la probabilidad de que Filippo Brunelleschi (1377 - 1446), haya sido el primero en elaborar un dibujo perspectivo matemáticamente “exacto” en el Renacimiento, (construcción de planta, alzado y profundidad) en el que consolida la teoría de la perspectiva descrita ya en el tratado de Alberti con su *intercissione della piramide visiva*. Se conseguirá así la plenitud de la representación espacial contemplando la cúspide de la idea del espacio y formas unificadas, lo que antes no había sido posible; “*una construcción espacial unitaria y no contradictoria de extensión infinita*” (Panofsky, 1973).

Si extendemos las líneas de la estructura de la construcción del dibujo atribuido a Brunelleschi, nos daremos cuenta de que tanto las bases de las columnas como sus límites en la altura, los límites de los arcos y el techo, se dirigen todos al punto de fuga, si trazamos una recta horizontal a la altura del punto de fuga, tendremos la altura de la mirada del espectador. El dibujo nos deja ver que ya está dispuesta en todo su esplendor la teoría de la perspectiva.



## Actividad 2

1. Busca en Internet imágenes del interior de la *iglesia de Santo Spirito* que se encuentra en Florencia y compáralas con el dibujo del mismo lugar atribuido a Brunelleschi.
2. Analiza lo siguiente: Si encuentras relación entre las fotos del interior de la iglesia y el dibujo, quiere decir que los principios de la teoría de la perspectiva son efectivos y que fueron de gran utilidad desde hace 600 años. ¿Puedes imaginar lo sorprendente que eran estos dibujos para la comunidad en general? No es por nada que atribuían estos logros a verdaderos genios.

## Teoría de la perspectiva y sus componentes

La teoría de la perspectiva se ha construido considerando lo descrito anteriormente, desde las representaciones (próximas al perfeccionamiento perspectivo) de Giotto y Duccio hasta lo que más adelante logrará perfeccionar Brunelleschi. La teoría de la perspectiva como tal, fue descrita en varios tratados, entre los que destacan, como ya vimos, en el de Piero della Francesca y el de León Battista Alberti. La teoría se refiere al logro de la representación de los cuerpos en el espacio, como si fuesen vistos a través de una ventana y con las referencias de punto de vista del observador. La teoría considera varios componentes que conjugados entre sí serán el logro objetivo de un espacio uniforme y congruente entre las distancias de todos los objetos que aparezcan.

A continuación, conoceremos los componentes que forman parte de la teoría de la perspectiva y analizaremos brevemente cada uno de ellos.

Son conocidos siete componentes de la perspectiva que son:

- a) Punto de vista o de observación
- b) Campo visual
- c) Plano del cuadro
- d) Línea de horizonte
- e) Línea de tierra
- f) Puntos de Fuga
- g) Plano de cuadro

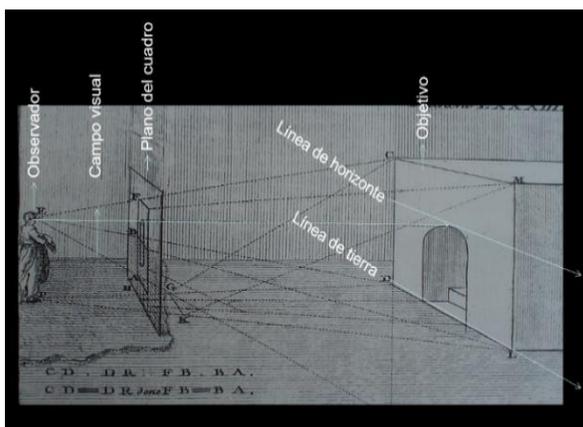


Imagen 140. Grabado con los componentes de la perspectiva, intervenido, (autor desconocido: s.f.)

### a) Punto de vista o de observación

Considerando que en el Renacimiento hay una transformación en la concepción del “yo”, pasa a ser el Hombre el centro del universo; ya no el perseguido de la culpa de la concepción medieval, sino el centro que dispone del conocimiento para su utilidad. La perspectiva se fundamenta en el punto de vista del espectador. Depende de dónde “decida” estar para visualizar las cosas, ya sea de arriba, de abajo, reclinado, parado o en un montículo que le permita ver desde cualquier punto una escena para que pueda establecer el orden matemático y estético de la distribución de los elementos. La posición y orientación del observador viene determinando por su posición.

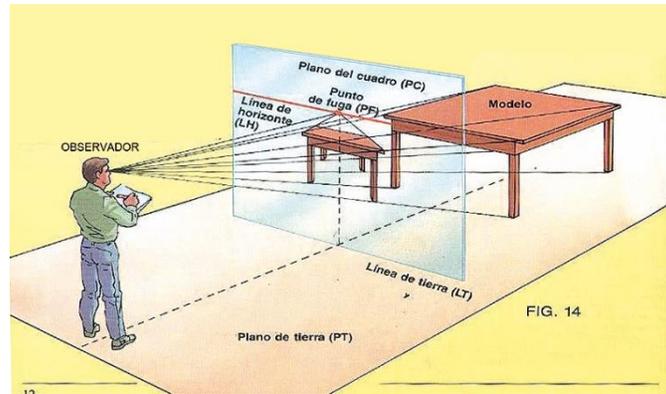


Imagen 141. Conceptos de perspectiva, (Parramón: 1993)

**b) Campo Visual o cono óptico.**

Es la amplitud del espacio horizontal y vertical considerando lo que puede abarcar la mirada del espectador. El arriba y abajo que establece la distribución de los elementos en el espacio y sus dimensiones con relación a la distancia en la que se encuentra el espectador. Algunos autores lo manejan como el “cono visual” y refieren que es el ángulo de visión máximo dentro del cual lo que se ve no queda deformado, otorgándole un ángulo de  $60^\circ$  en vista de planta y vista de alzado al cono (Ching 1996).

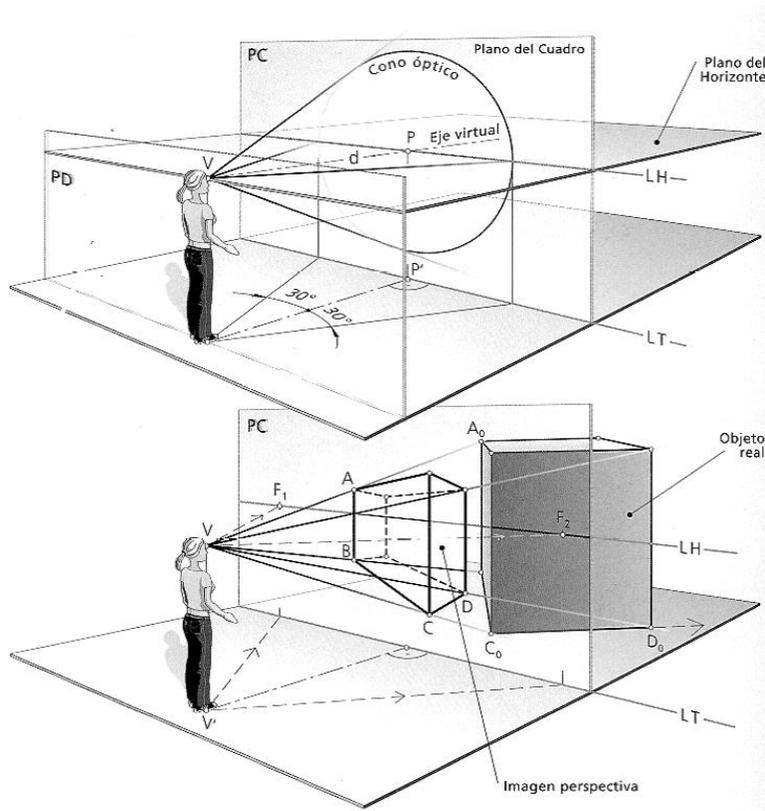


Imagen 142. El cono óptico (autor desconocido: s.f.)

**c) Plano del Cuadro**

Es una concepción meramente renacentista en la que el plano del cuadro es el equivalente de una ventana por medio de la cual se aprecian las cosas y que por lo tanto es el equivalente de la superficie de representación.

**d) Línea de Horizonte**

En la antigüedad no hay diferenciación entre la línea de tierra y de horizonte ya que lo que importa es la división del cielo y tierra. En el Renacimiento es la línea que representa al observador, aunque él no se encuentre presente en una representación espacial, la línea de horizonte contiene los vectores de fuga y vemos las cosas tal cual las apreció el observador en ese momento. La línea de horizonte es la que contendrá, por medio de vectores, los puntos de fuga.

**e) Línea de Tierra**

Desde la antigüedad ha cobrado importancia la línea que divide el cielo de la tierra. En algunas culturas cobró importancia la representación de esta línea que limita; el inframundo cobra una gran relevancia, como el caso de los egipcios. Así los personajes expuestos sobre una línea se asientan en la división de este mundo y el siguiente. En el Renacimiento la línea de tierra representa lo que está asentado en función del espacio. Por ello las aristas de los objetos también se deforman en su base, ante la visión del observador quien contempla.

**f) Objeto de estudio**

Es el objeto que se representará en el espacio, ya sea geométrico u orgánico. En el Renacimiento temprano Con Giotto y Duccio se puede apreciar la necesidad de que cobre la misma importancia el espacio con las representaciones humanas. A diferencia del Medieval, particularmente en el arte Bizantino, en donde el fondo era el espacio restante y plano de las representaciones de los santos. En la perspectiva el espacio es unitario y todas las diversas cosas con su representación en fuga cobran el mismo nivel de importancia.

**g) Puntos de Fuga**

También son denominados “vectores” y son los puntos hacia donde se dirigen las prolongaciones de las aristas de los objetos que, según la posición del observador dan la proyección del objeto. Dichas prolongaciones son líneas que concurren en el horizonte visual. Los puntos de fuga pueden ser uno, dos, tres, o más, dependiendo de la posición del observador y de las características de la representación perspectiva.

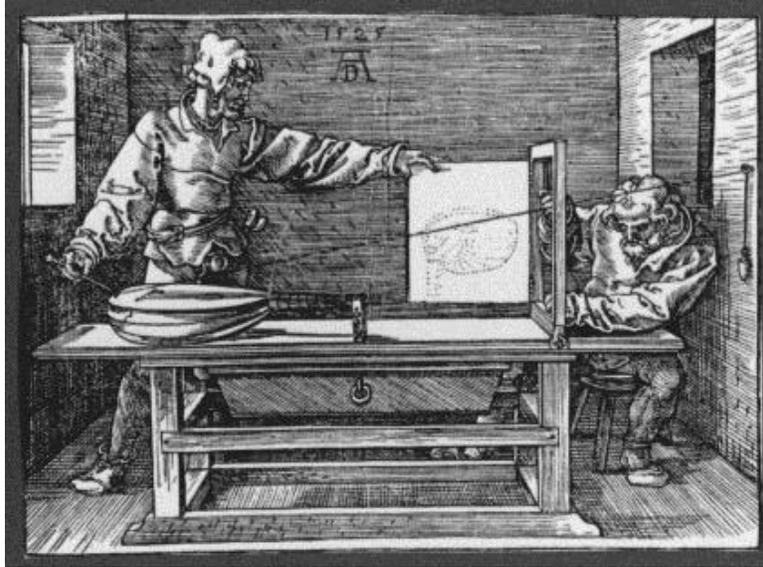


Imagen 143. Instrumentos para facilitar el dibujo. Grabados, (Durero: primeras décadas del siglo XVI.)

Referente al “plano del cuadro” los grabados de Alberto Durero son un excelente ejemplo de la utilidad que nos permite ver el uso de la ventana con una red, probablemente de hilos y con el trazo de la misma retícula en un papel donde lograban mayor exactitud en los dibujos.

En el escrito de Alberti, surgió la definición que será fundamental para todas las épocas sucesivas:

*“El plano del cuadro es una intersección plana de la pirámide visual”.*  
(Panovsky, 1923)

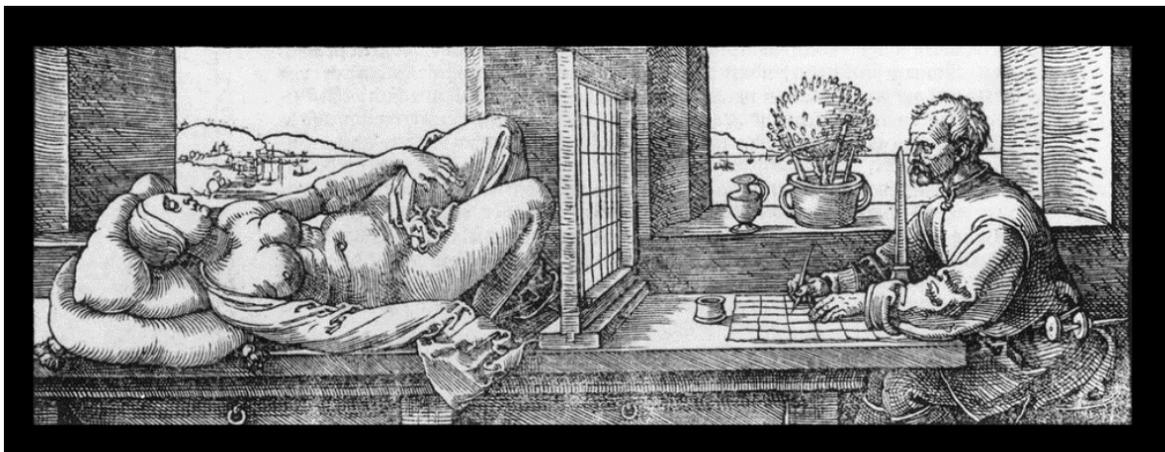


Imagen 144. Instrumentos para facilitar el dibujo. Grabados, (Durero: primeras décadas del siglo XVI.)

## Tipos de perspectiva

### Perspectiva a un punto de fuga

También se le denomina perspectiva frontal, ya que la cara frontal del objeto se sitúa en paralelo con el plano del cuadro. Esto hace que exista un punto único de fuga sobre la línea de horizonte.

### Perspectiva a dos puntos de fuga

También se le denomina perspectiva oblicua, ya que los objetos se encuentran oblicuos en relación con el plano del cuadro. Esto quiere decir que los objetos no se encuentran paralelos sino con cierto ángulo o “giro” en relación con el plano del cuadro. Esto hace que se generen dos puntos de fuga sobre la línea de horizonte.

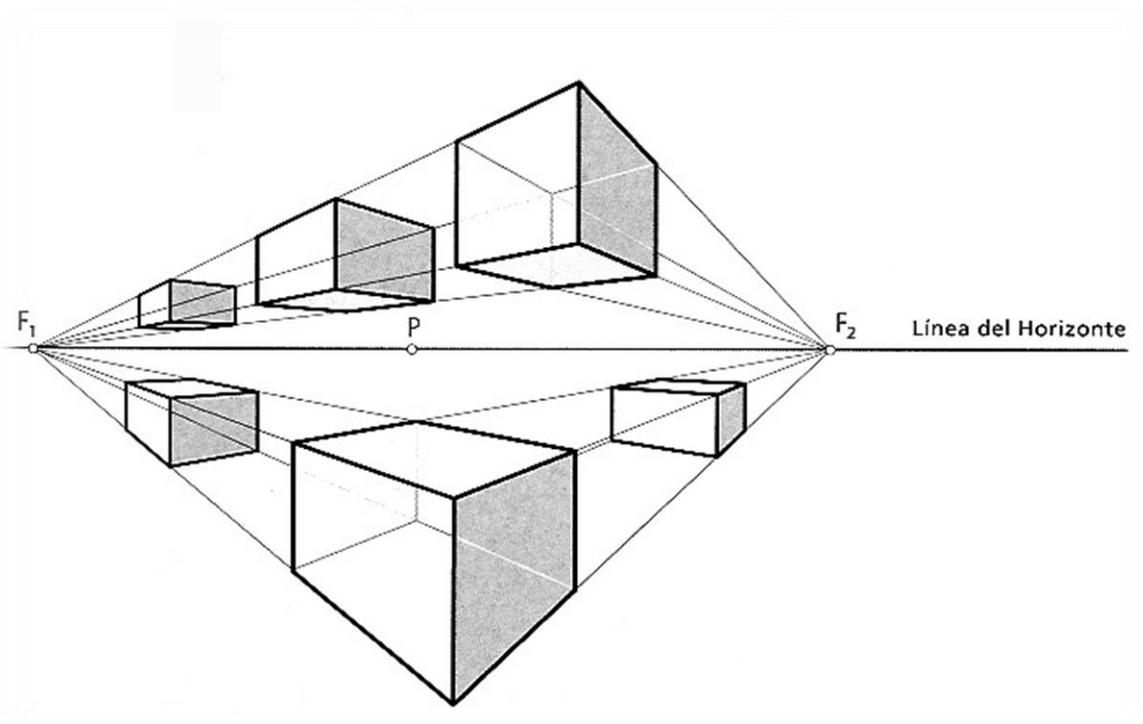


Imagen 145. Perspectiva a un punto de fuga. (autor desconocido: s.f.)

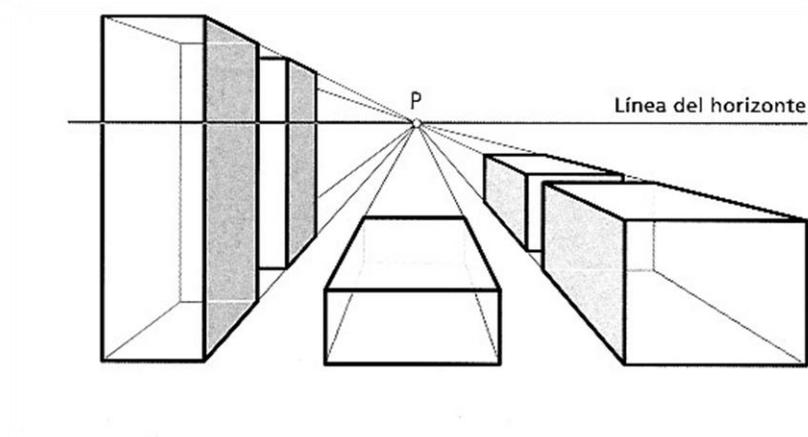


Figura 146. Perspectiva a dos puntos de fuga, (autor desconocido: s.f.)

### Perspectiva a tres puntos de fuga

Es una variación de la representación a dos puntos de fuga, el “giro” del objeto en relación con el plano del cuadro es oblicuo respecto al ancho, alto y espesor, de tal manera que se producen dos puntos de fuga en la línea de horizonte y uno tercero que se produce en una vertical ascendente o descendente según sea el caso.

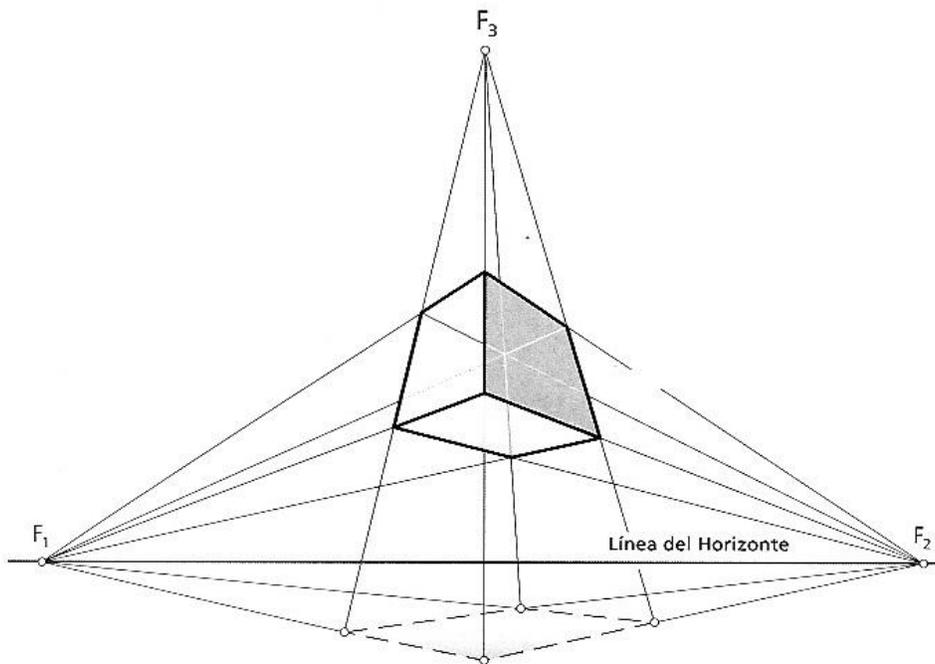


Imagen 147. Perspectiva a tres puntos de fuga, (Autor desconocido: s.f.)

## Puntos de vista

Como lo mencionamos anteriormente definimos un punto de vista en función del observador. Los más conocidos son:

- **Vista de pájaro o vista aérea.** Cuando el observador se encuentra por encima de la altura del objeto.
- **Vista serena o normal.** Cuando el observador se encuentra alrededor de la altura media del objeto.
- **Vista de hormiga.** Cuando el observador se encuentra a la altura de ras de suelo, o de la línea de tierra y mira desde la base al objeto.
- **Vista subterránea.** Cuando el observador se encuentra por debajo de la línea de tierra y puede ver los objetos de manera monumental.

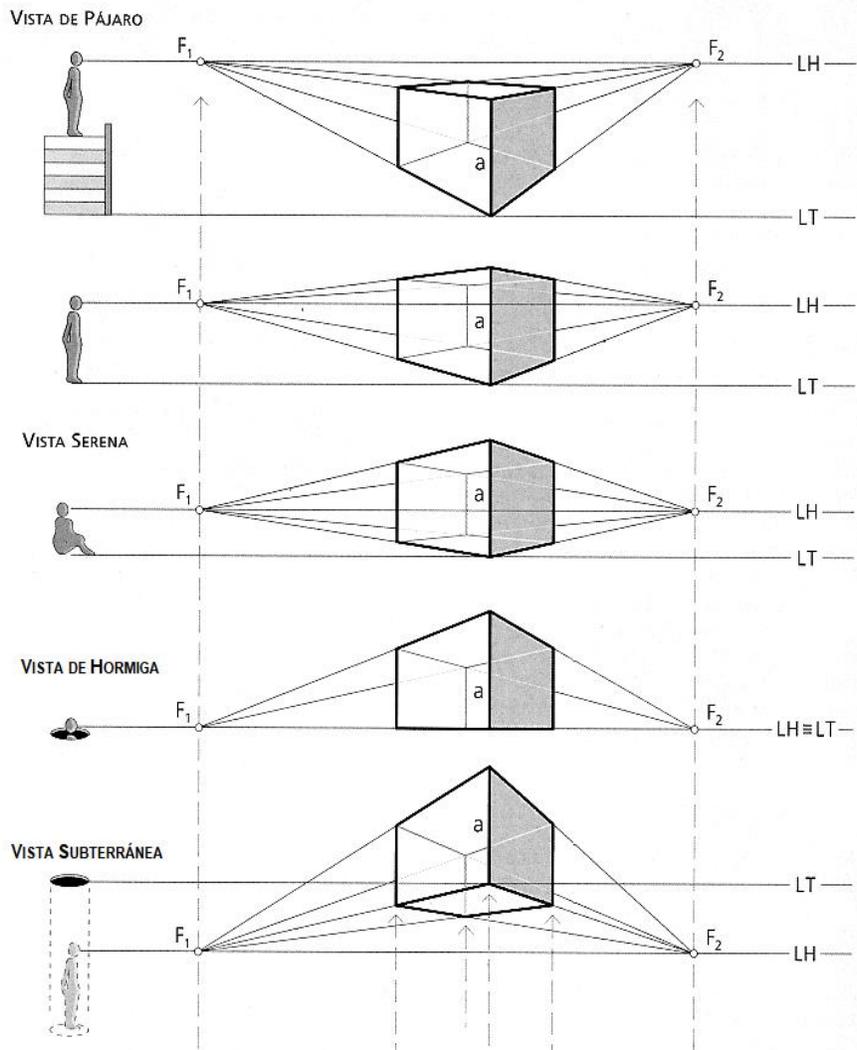


Imagen 148. Puntos de vista en la perspectiva, (Autor desconocido: s.f.)



### Actividad 3

Toma una fotografía de tu escuela u otro espacio cuyo ángulo de visión te resulte interesante. Imprímela y prolonga las aristas de la construcción con regla y lápiz.

Determina lo siguiente:

- Cuántos puntos de fuga existen.
- La línea de horizonte trázala guiándote del punto o puntos de fuga que seguramente corresponderán a tu posición como fotógrafo de la imagen.
- A qué punto de vista corresponde la imagen según lo visto.



### 3.2. Conceptos de la proyección de sombras

El arquitecto Le Corbusiere mencionó con respecto a las sombras que la arquitectura es un juego magistral, perfecto y admirable de masas que se reúnen bajo la luz. Nuestros ojos están hechos para ver las formas en la luz y éstas revelan las sombras de las formas.

#### ¿Qué es una sombra?

La sombra de un objeto se produce cuando su masa impide el paso de los rayos de una fuente de luz, la dirección de esos rayos y la distancia de la fuente determina la extensión de la sombra.

La construcción de sombras en axonometría nos permite una visión rápida y fácil de comprender: en los axonométricos, las líneas paralelas conservan su paralelismo, principio que se cumple con los rayos de luz y en las sombras.

Con una fuente de luz, todas las sombras del cuadro retroceden hacia el mismo punto de fuga. Este punto de fuga está situado directamente debajo de la fuente de luz, bien sobre la línea del horizonte o más hacia adelante en el cuadro. Las sombras siguen el plano sobre el que se sitúa el modelo.

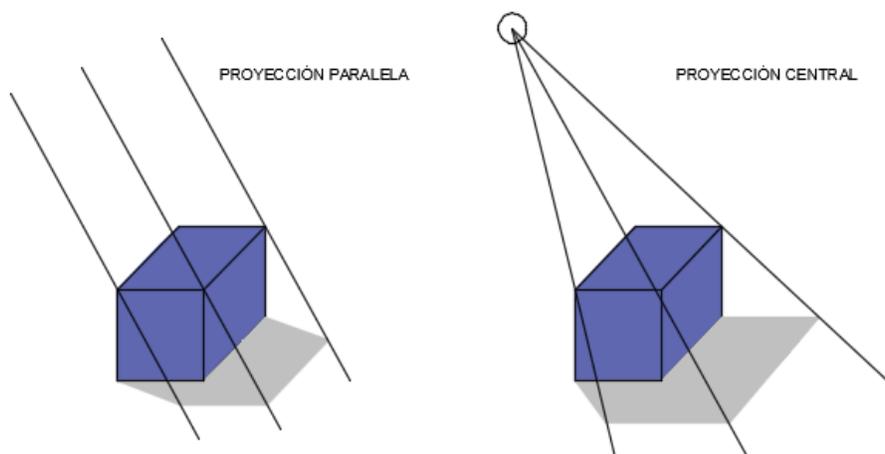


Imagen 149. Sombras (Autor desconocido: s.f.)

A continuación podrás apreciar una tabla en la que se indica un método sencillo para representar sombras

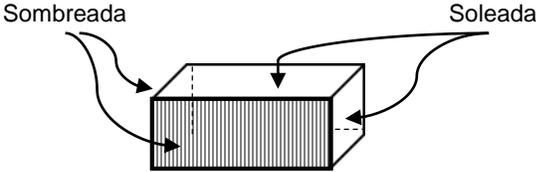
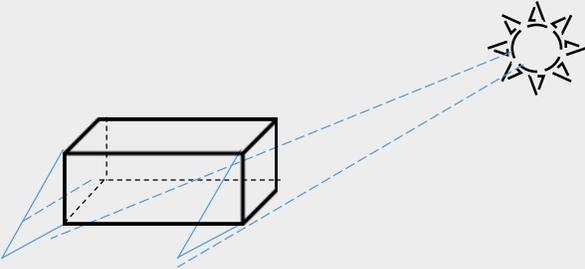
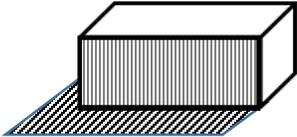
Método		
1		Proyectar la sombra de un volumen cualquiera.
2		Las superficies se determinan a partir de la iluminación general del sol, donde notarás la sombra propia del objeto y se determina la línea de la sombra, es decir, la cara soleada de la cara sombreada.
3		Se traza un ángulo horizontal y vertical del sol, a partir de un triángulo que se colocará en toda línea vertical coincidiendo así la línea de sombra
4		Se unen los vértices de los triángulos para definir la sombra proyectada, dejando más oscura la sombra proyectada que la propia.

Imagen 150. Sombras. (Allier: 2018)

Las sombras también siguen el contorno del plano sobre el que se lanzan.  
Los rayos de luz viajan en líneas rectas e impactan sobre los modelos que se interponen en su camino. Entonces ese modelo bloquea los rayos, impidiéndoles seguir adelante. Esto crea una ausencia de luz que toma la forma de una sombra. Cada objeto tiene su propia sombra, que es perpendicular del modelo que la proyecta.

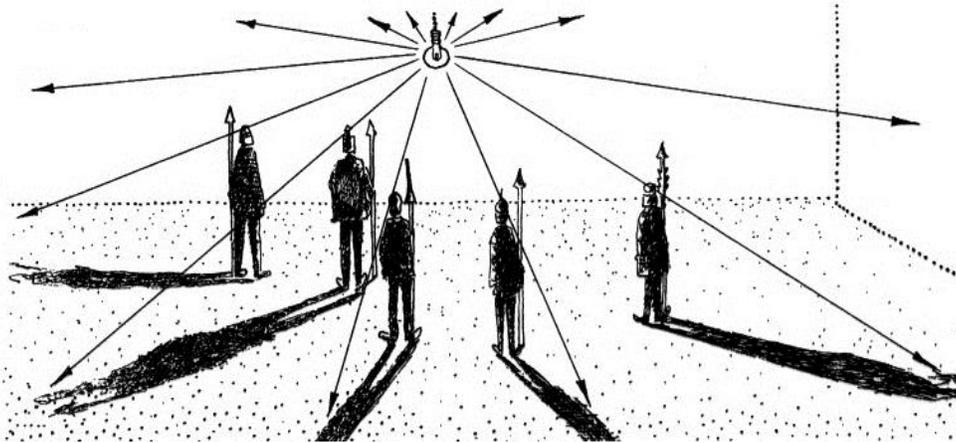


Imagen 151. Foco de luz y sombras, (Autor desconocido: s.f.)

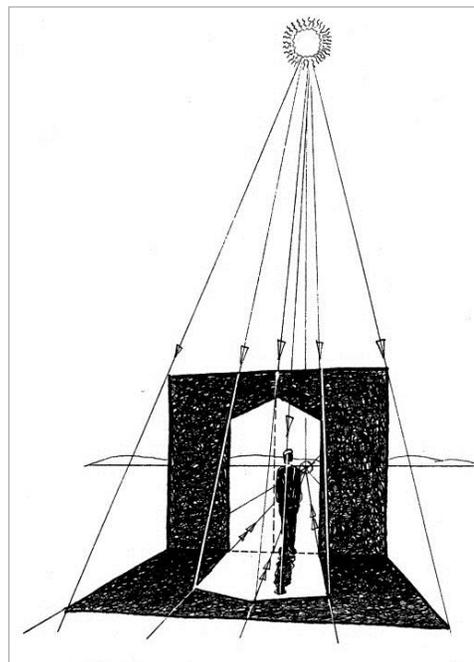


Imagen 152. Foco de luz (sol) y sombras, (Autor desconocido, s.f.)

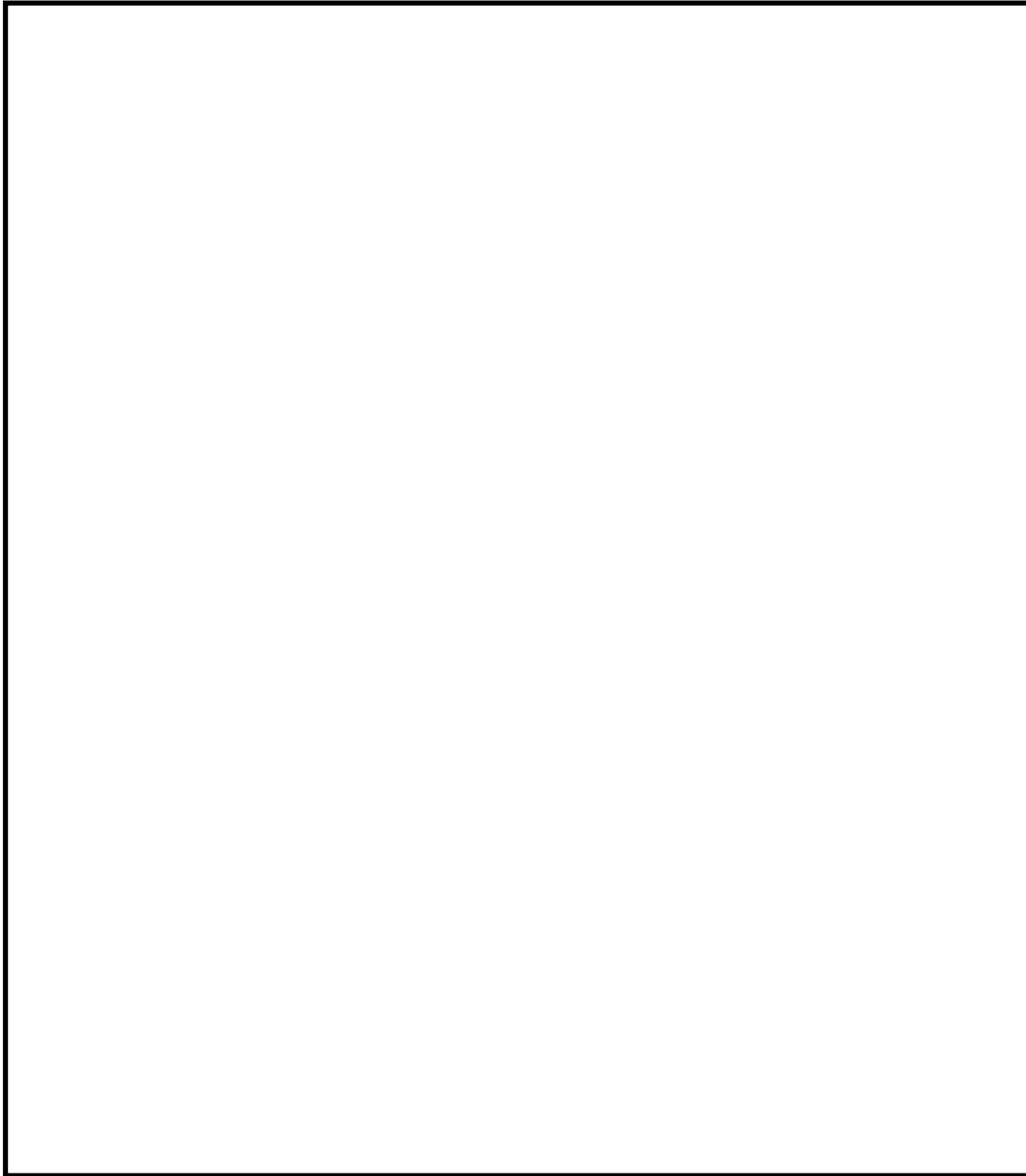


**Sabías qué...** La palabra Sombra es oscuridad, falta de luz, puede ser también la proyección oscura que produce un cuerpo al intersectar la luz.



#### **Actividad 4**

Elabora a mano alzada el boceto de un objeto cualquiera, después dibuja la proyección de su sombra. Utiliza el siguiente espacio.



## Tipos de sombras

### Sombra propia

Cuando la sombra se genera por una fuente de luz artificial (lámpara o foco), el trazo se realiza mediante una proyección cónica, ya que su cercanía con el objeto la convierte en un vértice del que parten los rayos luminosos. Si la fuente de iluminación es el sol, entonces la sombra se construye mediante una proyección oblicua en donde las proyectantes son paralelas debido a que se encuentra alejado. (Castellanos: 2017).

El volumen es iluminado en algunas o parte de sus caras, ya que el mismo cuerpo las cubre de la fuente de luz, ésta es la sombra propia.

### Sombra proyectada

El objeto producirá una sombra sobre el plano horizontal denominada sombra proyectada.

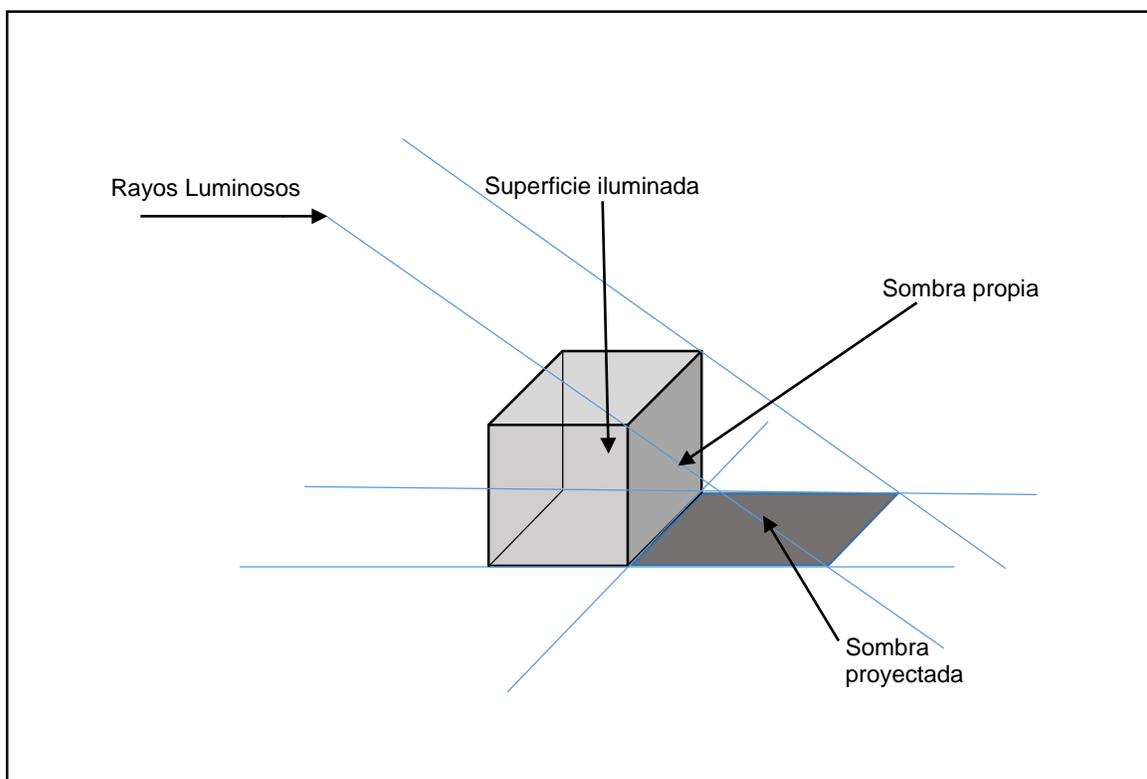
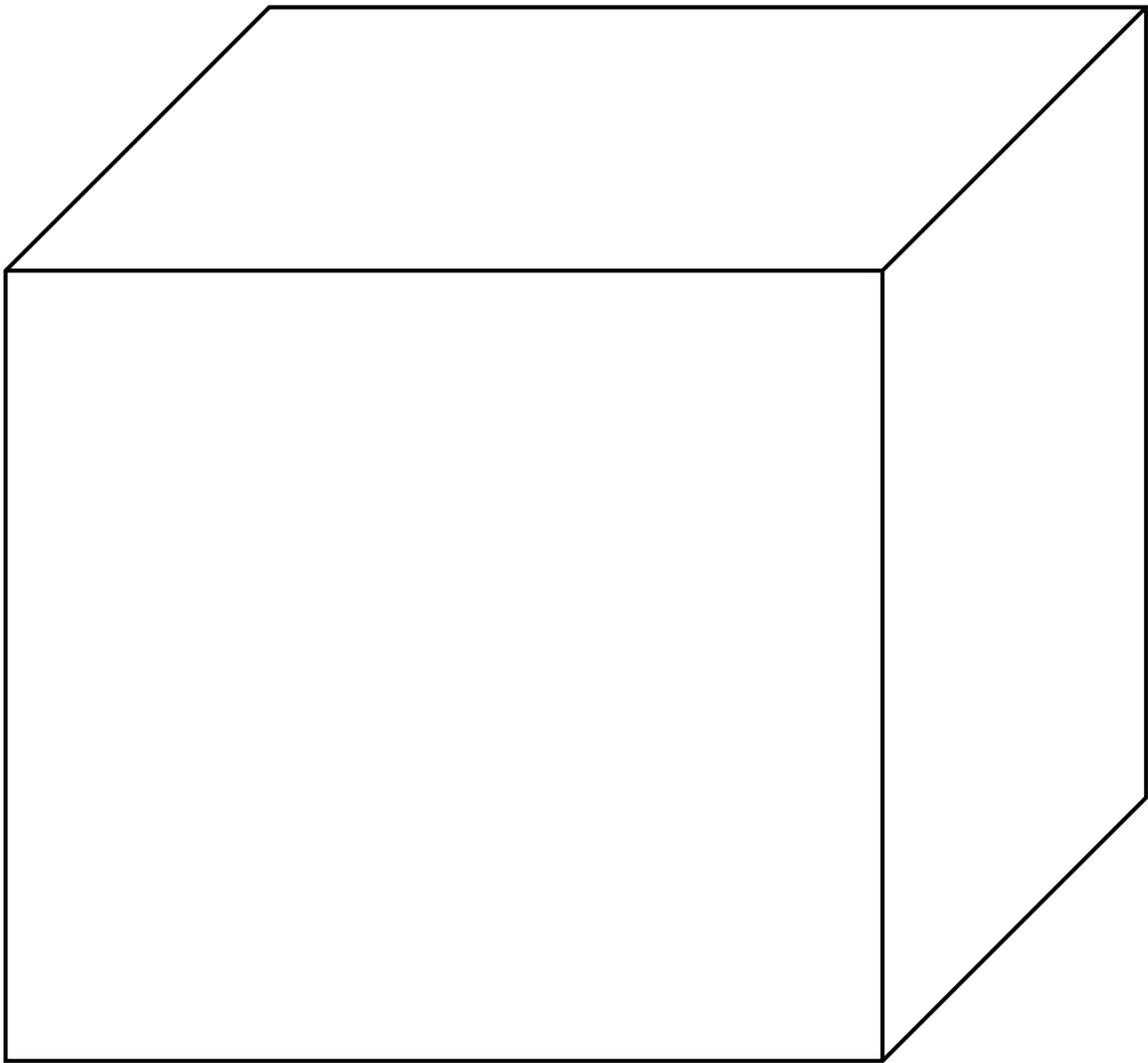


Imagen 153. Tipo de sombras. (Allier: 2018).



### Actividad 5

1. Busca un video de proyección de sombras en la red.
2. En la siguiente figura anota lo más relevante del video.
3. No olvides anotar su referencia bibliográfica.





### 3.3. Aplicación de métodos básicos para el trazo de la perspectiva de volúmenes y objetos sencillos del entorno. Método de representación de perspectiva a un punto de fuga con divisiones exactas

Resulta muy atractiva la representación de elementos en perspectiva que tienen una relación entre sí desde las mismas distancias. Por ejemplo, una vía o postes de luz que, conforme se alejan se ven más pequeñas las alturas y anchuras pero que mantienen una relación entre el tamaño y las distancias. Uno de los efectos más atrayentes de lejanía en perspectiva es el de un piso cuadrículado o un tablero de ajedrez. La dificultad la encontramos en la relación que debe existir entre el alejamiento y la dimensión o tamaño de cada cuadrado. Existen para esto soluciones de diversos métodos, uno de ellos que es sencillo y práctico es el de representar el cuadrado en ortogonal o plano.

En el caso por ejemplo del tablero de ajedrez se debe resolver en primera instancia la línea de base del tablero con la distancia requerida y mandar los límites del tablero a un punto de fuga determinado, para esto se considera una línea vertical que representa el eje de la posición del observador y una línea horizontal que representa la altura de la mirada del observador.

La recta que es la medida de la base del tablero y se debe dividir en 8 partes iguales. Se coloca el cuadrado de frente justo en el límite de la base del tablero. Posteriormente se traza una diagonal entre vértices opuestos. Como en este caso se trata de un cuadrado que quedará de  $45^\circ$ . Se traza una diagonal a manera de espejo que llega a la primera división de la distancia de la base del tablero y tenemos la altura de la primera fila de cuadrados donde intersectan la diagonal de espejo y la base del tablero en fuga. Posteriormente, se traza una diagonal de uno de los cuadrados ya resueltos en perspectiva, puede ser del que se encuentra al lado del cuadrado plano. La diagonal marcará la altura de cada fila de cuadrados mismas que se intersectan con horizontales. De esta manera obtenemos la representación del tablero de ajedrez en perspectiva a un punto de fuga. (Rotgans, 1988).

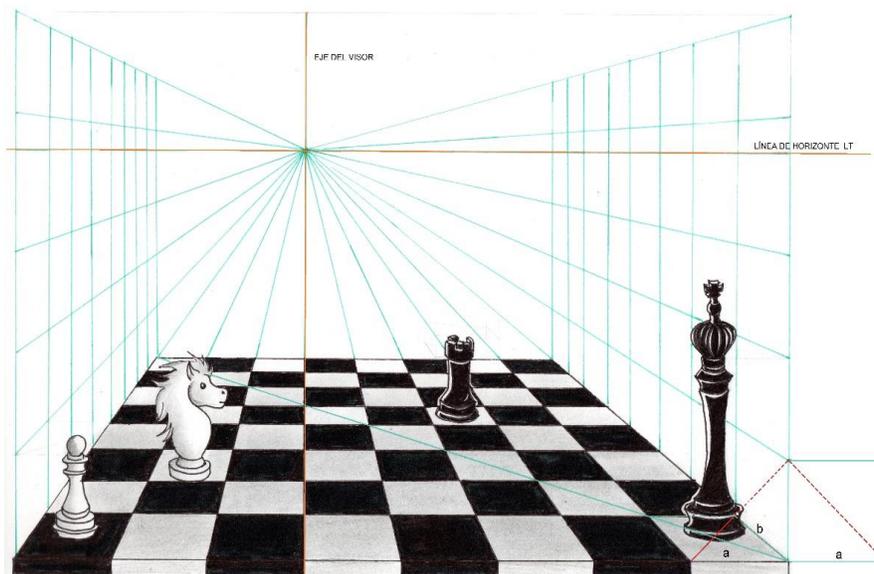


Imagen 154. Lámina de perspectiva de un tablero de ajedrez (Sánchez: 2017)



## Actividad 6

Considerando el procedimiento anterior, traza en una hoja formato A4 un tablero de ajedrez poniendo en el centro al espectador (eje del visor) y cuya línea de horizonte resulte más baja, de tal manera que sea muy cercana la representación al cómo ve el tablero un jugador en plena partida de ajedrez.

Para el trazo es conveniente que la hoja esté acomodada en horizontal y considera para las medidas que deben ocupar 8 cuadrados que pertenecen al tablero, más uno que se representa en ortogonal o plano.

### **Método de representación de perspectiva a dos puntos de fuga**

Existen diversos métodos para la representación de perspectiva. Nosotros veremos a continuación un método de representación de perspectiva a dos puntos de fuga que resulta atractivo por la solución de la proyección y que considera todos los componentes de la Teoría de la perspectiva. Veamos paso a paso en qué consiste.

### **Requerimientos o trazos previos para la representación de la perspectiva a dos puntos de fuga**

Se requiere trazar la vista superior del objeto. Los ángulos son  $30^\circ$  y  $60^\circ$  sobre el vértice que descansa sobre la horizontal que es el límite del plano del cuadro PC. A este se le denomina vértice A. Es importante aclarar que los ángulos de la vista superior pueden ser diferentes, por ejemplo  $45^\circ$  y  $45^\circ$  o  $60^\circ$  y  $30^\circ$ . Lo importante es que el ángulo interno que pertenece al objeto sea de  $90^\circ$  en el caso de figuras de base cuadrada.

Sobre este vértice A se traza una vertical y con una medida mínima del doble de la distancia entre el vértice A y el más alto, que en este caso es A-C, se establece un punto de observación PO que parte de A hacia abajo.

Se debe trazar la línea de tierra LT, la cual debe de estar siempre más arriba del punto de observación PO.

Sobre la línea de tierra LT, se debe trazar la vista lateral, de la cual, se tomará la altura, en el caso de las figuras más elaboradas se consideran las alturas requeridas de cada vértice.

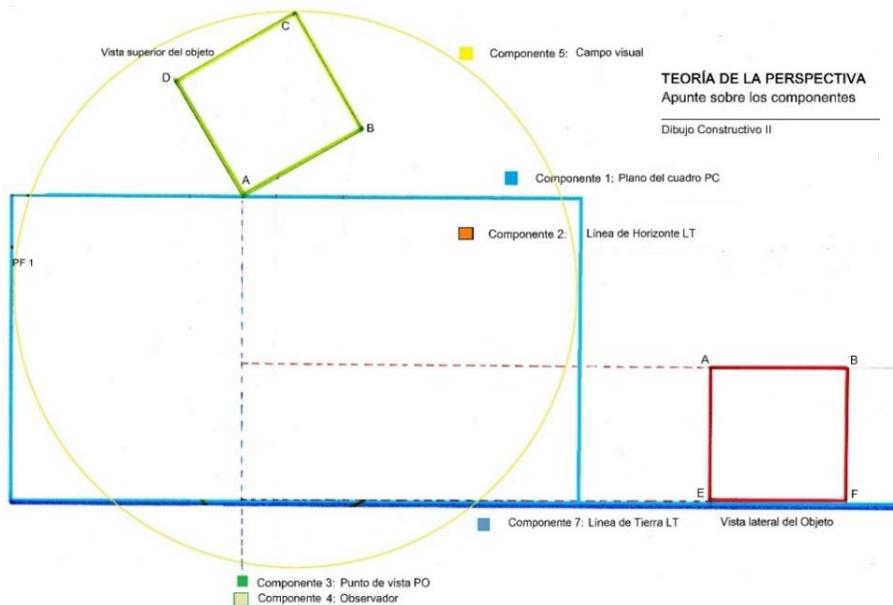


Imagen 155. Apunte I sobre los componentes de la perspectiva a dos puntos de fuga, (Luviano: 2018.)

Se establece la altura de la línea de horizonte visual LH, que corresponde a la altura de la vista del observador y se traza la línea horizontal.

Del PO punto de observación, se trazan dos líneas paralelas a las rectas que parten de A, es decir a  $30^\circ$  y  $60^\circ$  y se extienden hasta tocar el plano del cuadro.

En ese punto de unión se bajan líneas verticales hasta tocar la línea de horizonte visual LH. Tenemos los puntos de fuga PF 1 y PF 2.

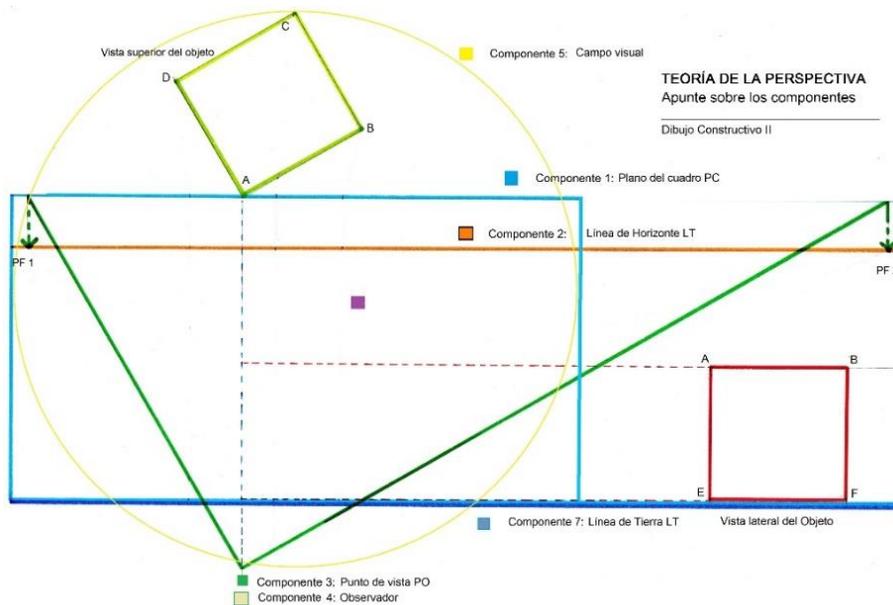


Imagen 156. Apunte II sobre los componentes de la perspectiva a dos puntos de fuga, (Luviano: 2018.)

## Procedimiento:

Cada uno de los vértices de la vista superior, se dirigen hacia el PO, deteniendo su trayectoria en el plano del cuadro PC. Cada intersección debe proyectarse hacia abajo verticalmente, de PC hasta tocar la Línea de Tierra LT.

De la Línea de Tierra donde se encuentra la base de la figura, y donde se intersecta con la horizontal que baja de A, se proyectan líneas que llegan a PF 1 y PF 2. Se puede apreciar que se obtiene el vértice E de la figura que no se aprecia en la vista superior.

Posteriormente, la altura de la vista lateral debe proyectarse hasta tocar la vertical que se proyecta verticalmente desde A, en esta intersección se proyecta hacia PF 1 y PF 2. Se obtienen los vértices A, B, D de la proyección perspectiva.

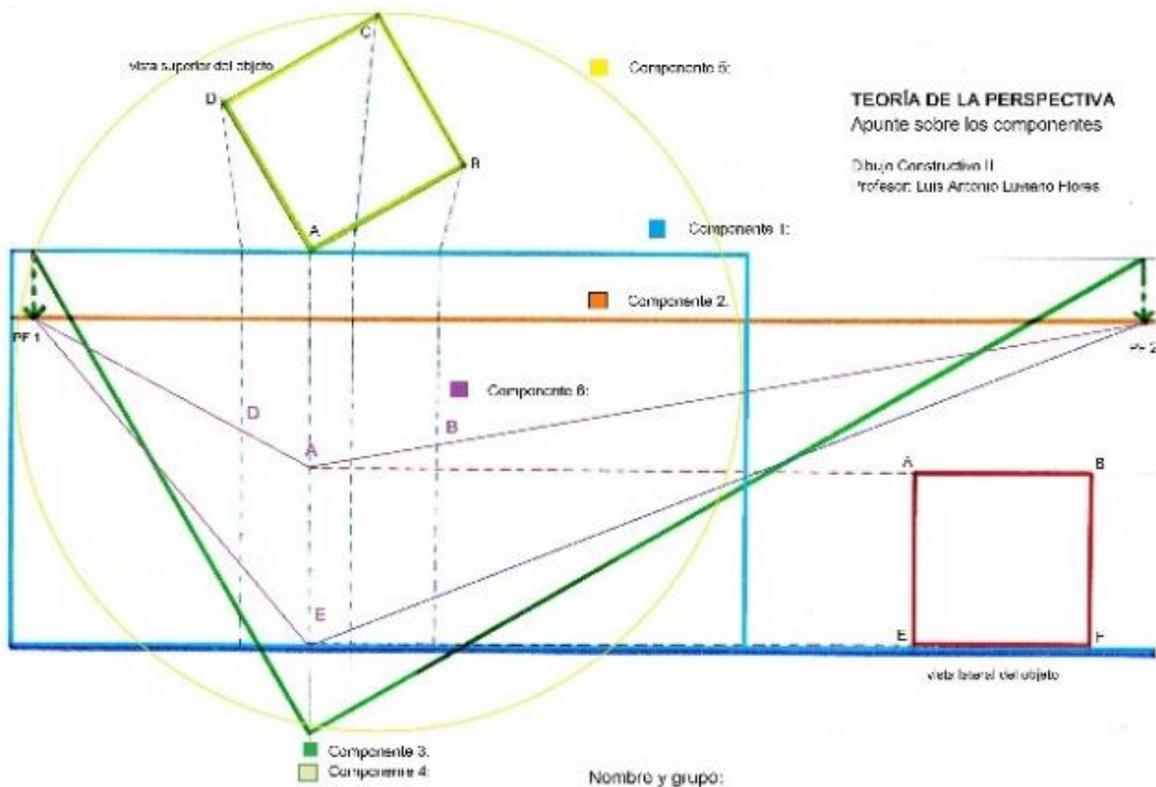


Imagen 157. Apunte III sobre los componentes de la perspectiva a dos puntos de fuga, (Luviano: 2018.)

Retomando las intersecciones de B y D con su correspondencia en las verticales, se proyectan líneas que llegan a PF 1 y PF 2, se obtiene el vértice C.

Retomando las intersecciones de F y G con su correspondencia en las verticales, se proyectan líneas que llegan a PF 1 y PF 2, se obtiene el vértice H.

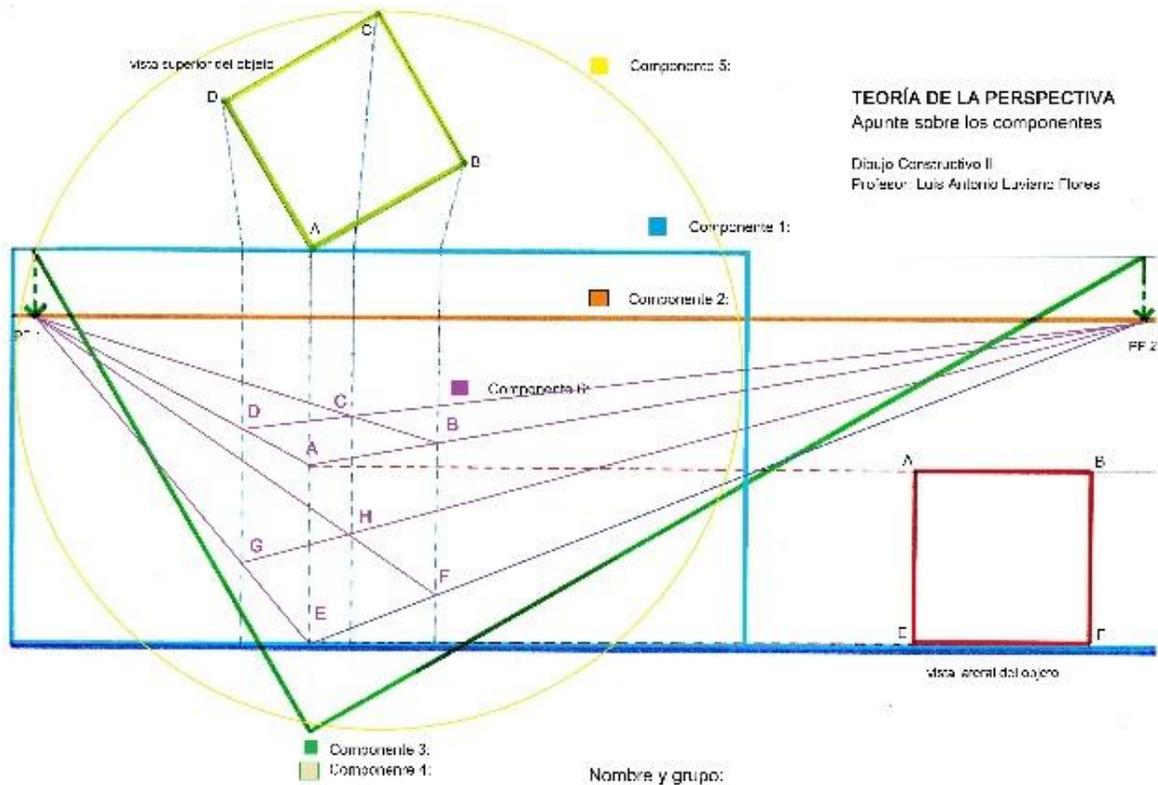


Imagen 158. Apunte IV sobre los componentes de la perspectiva a dos puntos de fuga, (Luviano: 2018.)

Por último se destacan las aristas visibles y se trazan las ocultas de la figura y se obtiene la proyección perspectiva del objeto.

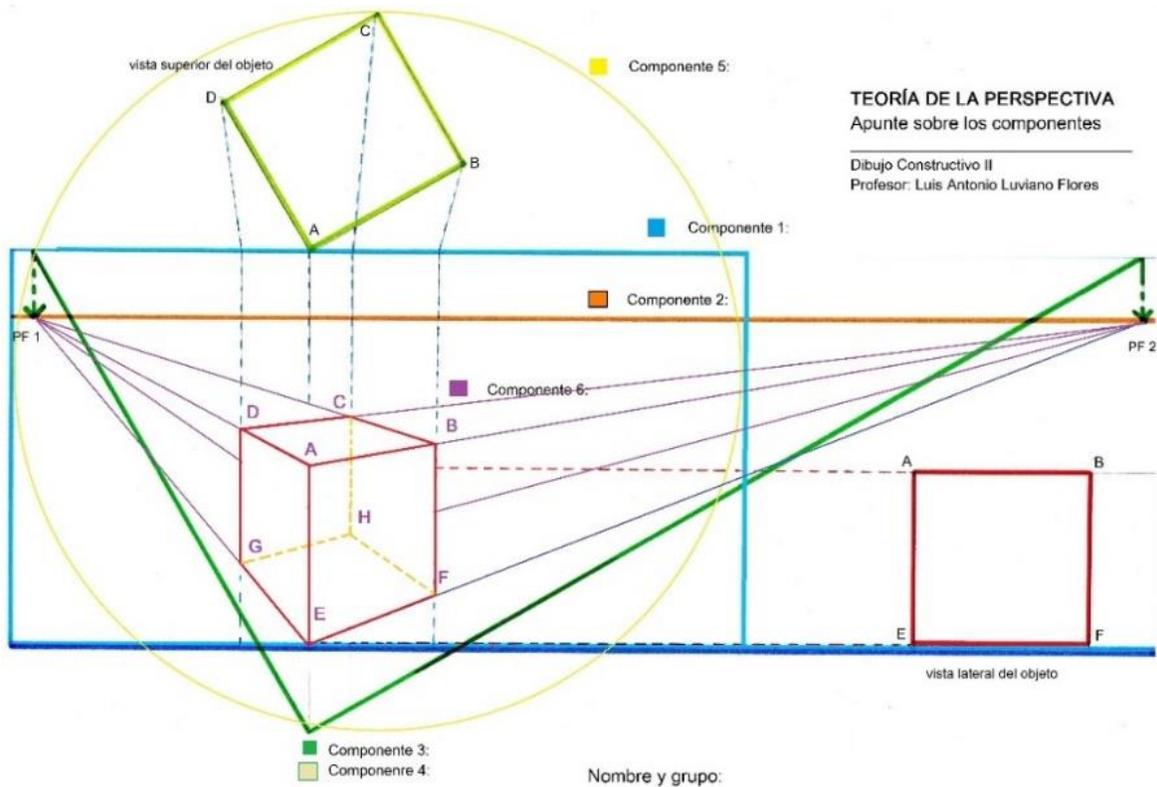


Imagen 159. Apunte V sobre los componentes de la perspectiva a dos puntos de fuga, (Luviano: 2018.)

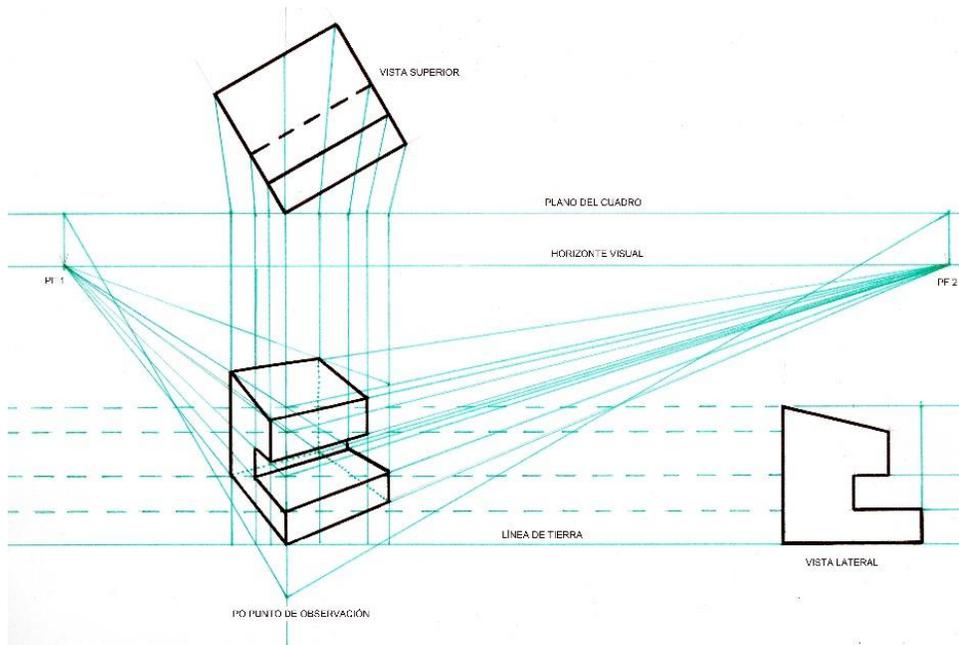


Imagen 160. Lámina I de perspectiva a dos puntos de fuga, (Luviano: 2018)



## Actividad 7

Traza un cubo con el método descrito anteriormente, puede ser en formato A4, considerando que la vista superior se dibuje a  $45^\circ$  y  $45^\circ$  con relación al plano del cuadro. Compara las diferencias entre las proyecciones.

### Ejemplos de ejercicios resueltos a dos puntos de fuga

A continuación, te presentamos un ejercicio que representa una figura que fue realizada con el método a dos puntos de fuga anteriormente descrito.

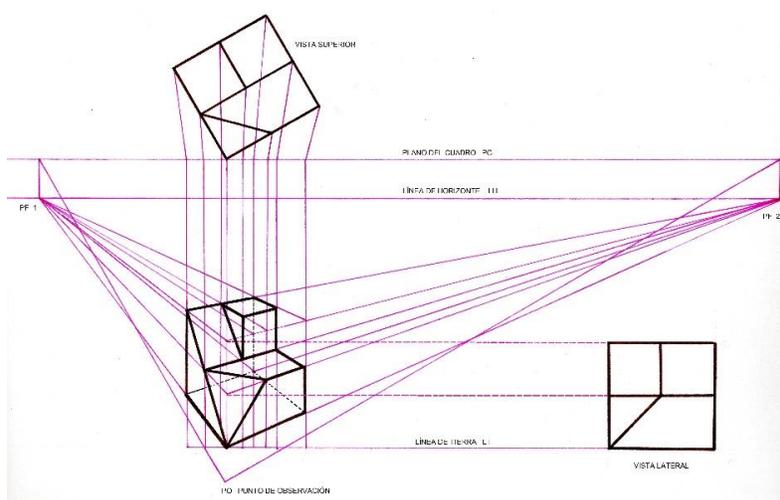


Imagen 161. Lámina II de perspectiva a dos puntos de fuga, (Luviano: 2018)



## Actividad 8

Resuelve las siguientes proyecciones a dos puntos de fuga considerando lo anteriormente visto.

Proyección 1:

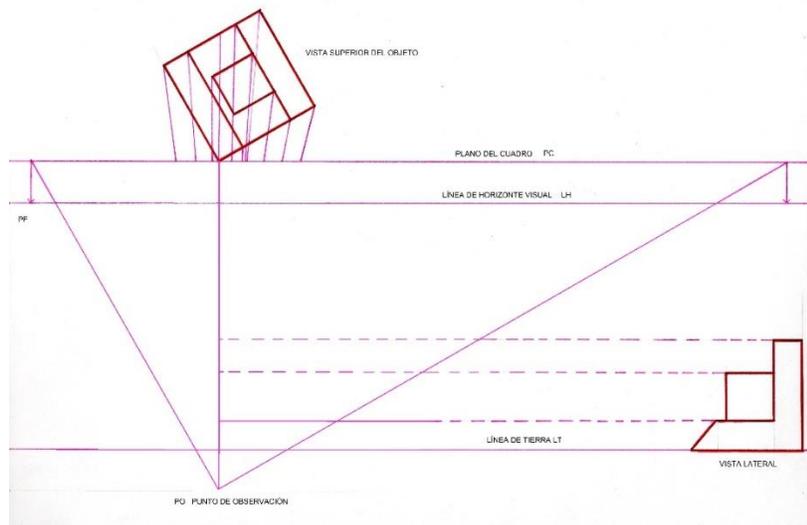
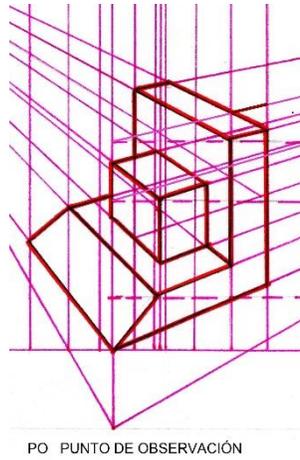


Imagen 162. Ejercicio I de perspectiva a dos puntos de fuga, (Luviano: 2018)

Solución:



Proyección 2

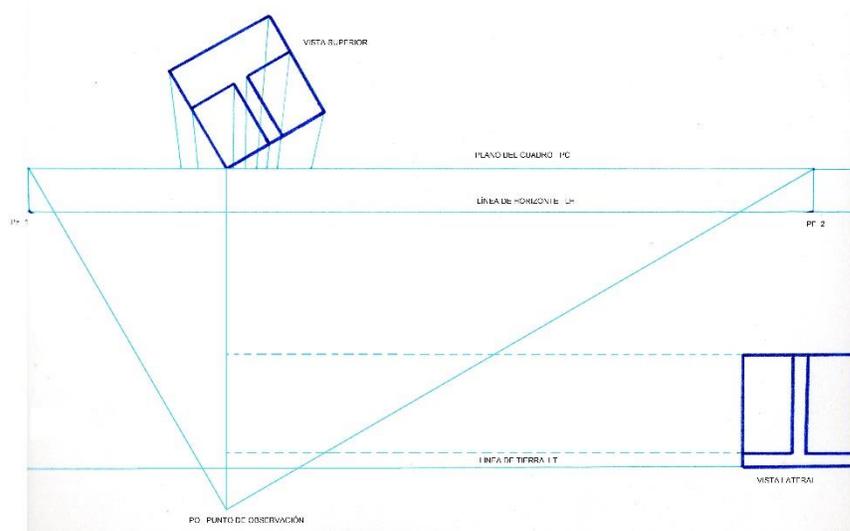
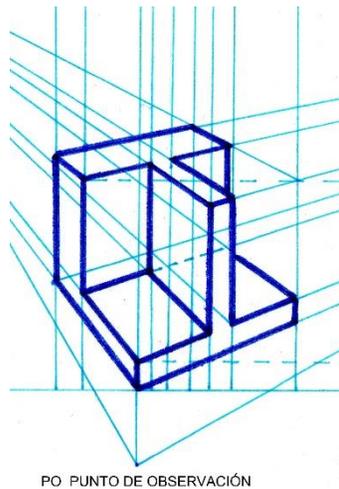


Imagen 163. Ejercicio II de perspectiva a dos puntos de fuga, (Luviano: 2018)

Solución:





**Sabías qué...** El logro perspectivo de Brunelleschi, sirvió como fuente de inspiración para que Leon Battista Alberti describiera ciertos procedimientos que nos dejan ver el énfasis sobre el logro de la exactitud en los trazados. En los tres libros de la pintura menciona:

*Para pintar una superficie, primero hago un cuadro o rectángulo del tamaño que me parece, el cual, me sirve como una ventana abierta, por la que se ha de ver la historia que voy a expresar, y allí determino la estatura de las figuras que he de poner, cuya longitud la divido en tres partes. [...]*

*Hecho esto, señalo un punto a donde se ha de dirigir principalmente la vista, dentro del rectángulo, [...] le llamo punto del centro. Este punto se colocará en paraje conveniente, no más alto que la altura que se señala a las figuras en aquel cuadro. Señalado el punto del centro, tiro rectas desde todas las divisiones de la línea de la base a él, las cuales me demuestran el modo con que van disminuyendo las cantidades<sup>2</sup>.*

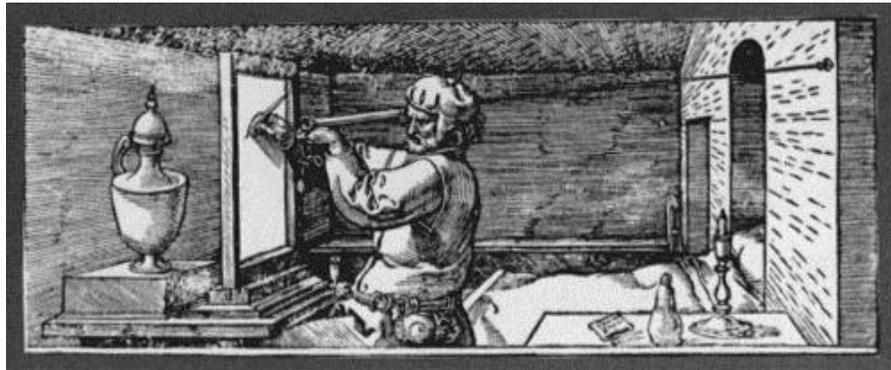


Imagen 164. Instrumentos para facilitar el dibujo.  
Grabados, (Dürero: primeras décadas del siglo XVI.)



**Sabías qué...** De la misma manera en la que se describen los procedimientos, Leonardo Da Vinci nos ha dejado en sus apuntes algunos análisis sobre la representación del espacio. Aunque al ser pinturas, relaciona el trazado perspectivo con la interpretación del color. Al respecto nos dice:

*Hete aquí una otra perspectiva que llamo aérea, pues por la variedad del aire podemos conocer las diversas distancias de los distintos edificios que aparezcan dispuestos en una sola línea... Tú sabes que en aire de uniforme densidad las cosas últimas vistas a través de él, parecen, por culpa de la gran cantidad de aire interpuesto entre tu ojo y la montaña, azules, y casi del color del aire cuando el sol está al oriente. Habrás, pues, de pintar en primer término*

---

<sup>2</sup> L. B. Alberti, Los tres libros de la pintura, 1435, citado en ALBERTI, León Battista (1988). Antología. Barcelona: Península. P.57

los objetos según su color real, y el más alejado, menos perfilado y más azulado. Aquél que desees ver cinco veces más lejano habrás de hacer cinco veces más azul.<sup>3</sup>



**Sabías qué...** el arquitecto romano Marcus Pollio **Vitruvio** (85 al 26 a. de C.) fue el primer escritor que evidenció el uso del dibujo en el proceso de diseño.



**Sabías qué...** Leon Battista Alberti fue el primer teórico artístico del Renacimiento, uno de sus tratados fue *De pictura* donde proporciona la primera definición de la perspectiva científica.



### 3.4. Aplicación de métodos básicos para el trazo de sombras propias y proyectadas

#### Sombras en perspectiva

**Sombras a un punto de fuga.** Son sombras que se pueden proyectar en función de una representación en perspectiva. En ocasiones encontramos métodos que se emparentan con las representaciones a un punto de fuga. Se trabaja considerando los principios anteriormente vistos y se direccionan los límites de las sombras hacia el punto único de fuga representado.

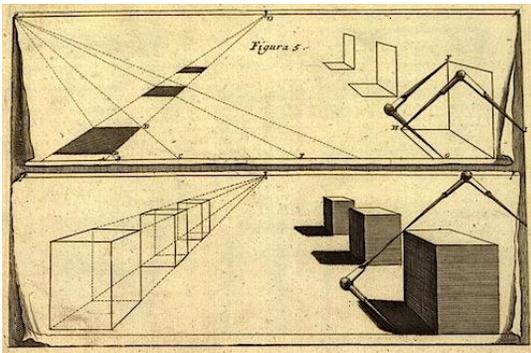


Imagen 165 Sombras (Pozzo: 1978.)

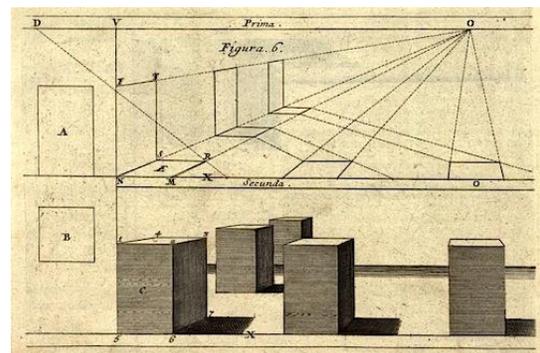


Imagen 166. Sombras (Pozzo: 1978.)

<sup>3</sup> L. Da Vinci, Tratado de la pintura, 1482-1518, citado en: Da Vinci, Leonardo (1993). Cuaderno de notas. Madrid: M.E. Editores

Con el método que anteriormente vimos sobre la representación de objetos a dos puntos de fuga, por ejemplo, se agregan dos puntos más. Se traza una vertical que parte de PF 1 y sobre ésta se eligen dos puntos que servirán de prolongaciones de las sombras. F1 foco de luz que dirigirá la trayectoria de la luz sobre los vértices superiores de los objetos y que direccionará las proyecciones de las sombras. F2 foco que servirá para trazar las prolongaciones de las bases de las figuras y que al intersectarse con las prolongaciones de F1 generan los límites de las sombras. Así mismo, los límites de las sombras proyectadas se dirigen al punto de fuga PF2. Lo que logramos es una proyección de sombras organizada y muy parecida a lo que presenciamos en la realidad.

### Sombras a dos puntos de fuga.

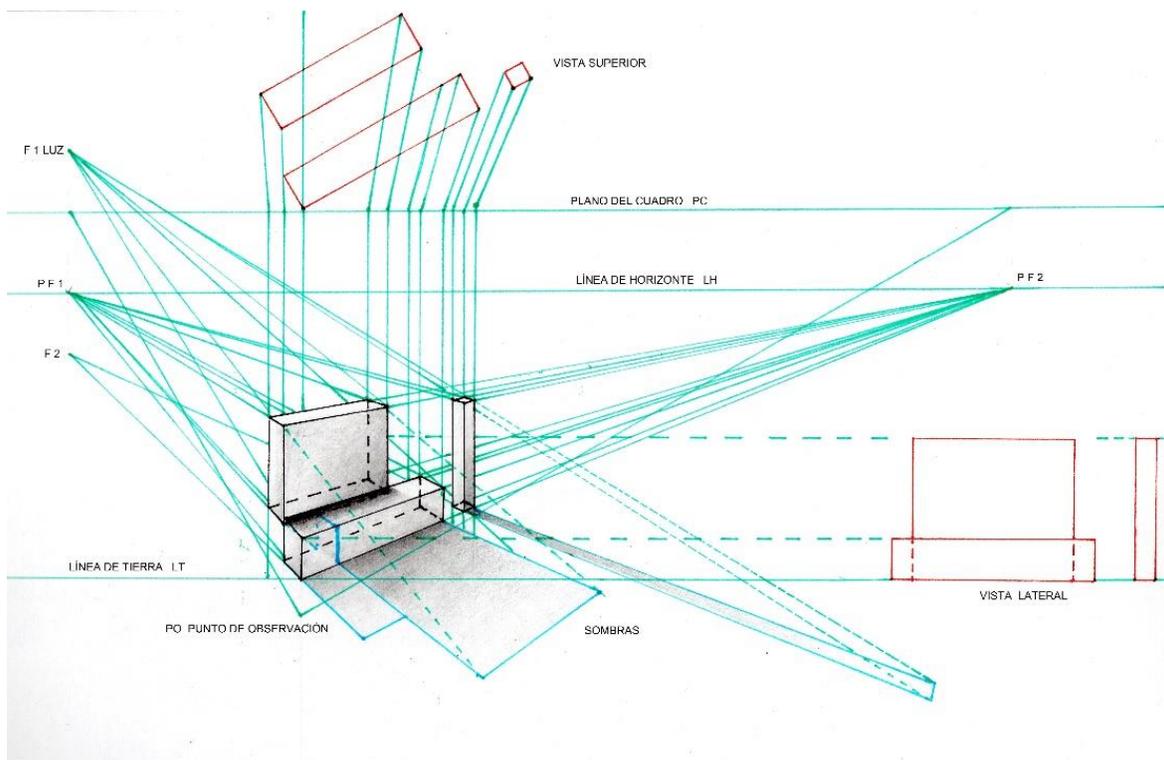


Imagen 167. "Proyección de sombras en perspectiva". (Luviano: 2018.)



## Resumen:

Puntos importantes en los que se basan las proyecciones cónicas

- a) Se representan formas desde la mirada del observador y pueden ser vistas desde una altura mayor a la del objeto, desde la misma altura o cercana a la altura del objeto, o desde una altura menor a la del objeto.
- b) Se consideran las formas en función del espacio, las aristas de los objetos representados mostrarán distintos ángulos que se direccionan hacia uno o más puntos de fuga.
- c) Se consideran unos llamados “componentes de la teoría de la perspectiva” mismos que se deben conocer para que el resultado de la proyección esté muy relacionado con él, tal y como vemos las cosas naturalmente.

Debes recordar que una sombra se produce cuando el volumen de un objeto impide el paso de los rayos desde una fuente de luz. Hay dos tipos de sombras, la sombra propia y la sombra proyectada.

La sombra propia se genera por una fuente de luz artificial, su trazo puede ser mediante una proyección cónica si la luz es cercana y con una proyección oblicua en donde las proyectantes son paralelas debido a la lejanía de la luz.

La sombra proyectada se da cuando el objeto producirá una sombra sobre el plano horizontal denominada sombra proyectada.



**Sabías qué...** El volcán Teide que se encuentra en la isla de Tenerife posee la sombra más grande del mundo proyectada sobre el mar.



## Autoevaluación

Instrucciones: lee cuidadosamente la pregunta y subraya la respuesta correcta.

1. **Es la línea que contendrá, por medio de vectores, los puntos de fuga, es la línea de:**
  - A) Arista
  - B) Horizonte
  - C) Estructura
  - D) Tierra
  
2. **¿Cuál es la sombra que un objeto produce sobre el plano horizontal?**
  - A) Propia
  - B) A un punto de fuga
  - C) Proyectada
  - D) A dos puntos de fuga

3. **Es el componente de la perspectiva que equivale a la hoja en la que realizamos el dibujo de la proyección**
- A) Plano del cuadro
  - B) Punto de fuga
  - C) Vista de pájaro
  - D) Campo visual
4. **¿Qué se produce cuando su masa impide el paso de los rayos de una fuente de luz?**
- A) Proyección
  - B) Intersección
  - C) Perspectiva
  - D) Sombra
5. **¿A quién se le atribuye el primer dibujo que contiene implícita toda la teoría de la perspectiva?**
- A) Leon Battista Alberti
  - B) Leonardo Da Vinci
  - C) Filippo Brunelleschi
  - D) Alberto Durer
6. **¿Con qué otro nombre se le conoce a la perspectiva a 2 puntos de fuga?**  
**Perspectiva...**
- A) Diagonal
  - B) Oblicua
  - C) Proyección
  - D) Axonométrica
7. **Es la línea que, en la teoría de la perspectiva, representa lo que está asentado en función del espacio. Es el límite inferior del plano del cuadro.**
- A) Tierra
  - B) Horizonte
  - C) Diagonal
  - D) Lateral
8. **También se le denomina perspectiva frontal, ya que la cara frontal del objeto se sitúa en paralelo con el plano del cuadro. Nos referimos a la...**
- A) Perspectiva a un punto de fuga
  - B) Vista serena o normal
  - C) Perspectiva a dos puntos de fuga
  - D) Vista subterránea

9. Si es lejana la luz de un objeto ¿cómo son sus proyectantes?

- A) Centrales
- B) Paralelas
- C) Horizontales
- D) Verticales

10. En qué punto de vista se encuentra el observador si su posición está por debajo de la línea de tierra y puede ver los objetos de manera monumental.

- A) De pájaro
- B) Serena
- C) Hormiga
- D) Subterránea



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcas, S. (2005). *Perspectiva para principiantes*. Eslovenia: Konemann.
- Alberti, L. (1988). *Antología*. Barcelona: Península.
- Arnheim R. (1962). *Arte y Percepción visual*. Argentina: Universidad de Buenos Aires.
- Castellanos, J. (2015). *Dibujo Constructivo*. México: McGraw Hill.
- Crespi, I. (1971). *Léxico Técnico de las Artes Plásticas*, Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- Ching, F. (1996). *Manual de dibujo arquitectónico*. México: Ediciones G. Gilli.
- Da vinci, L. (1993). *Cuaderno de notas*. Madrid: M.E. Editores.
- Damisch, H. (1997). *El origen de la perspectiva*. Madrid: Alianza.
- Montreal y Tejada y Hagggar, R. (1992). *Diccionario de términos de Arte*. Barcelona: Juventud.
- Fernández, S. (2007). *La geometría descriptiva aplicada al dibujo técnico arquitectónico*. México: Trillas.
- Flocon, A. (1966), *La perspectiva / tr. de René Taton*, Madrid: Tecnos.
- Panofsky, E. (1973), *La perspectiva como forma simbólica*, Barcelona: Tusquets.
- Powell, W. (2005) *Perspectiva*. Estados Unidos: Blume.
- Rotgans, H. (1988) *Perspectiva*. España: Ceac.



## EXAMEN TIPO

El jardín botánico ha realizado una convocatoria para premiar al mejor diseño ecológico de un recolector de agua pluvial.

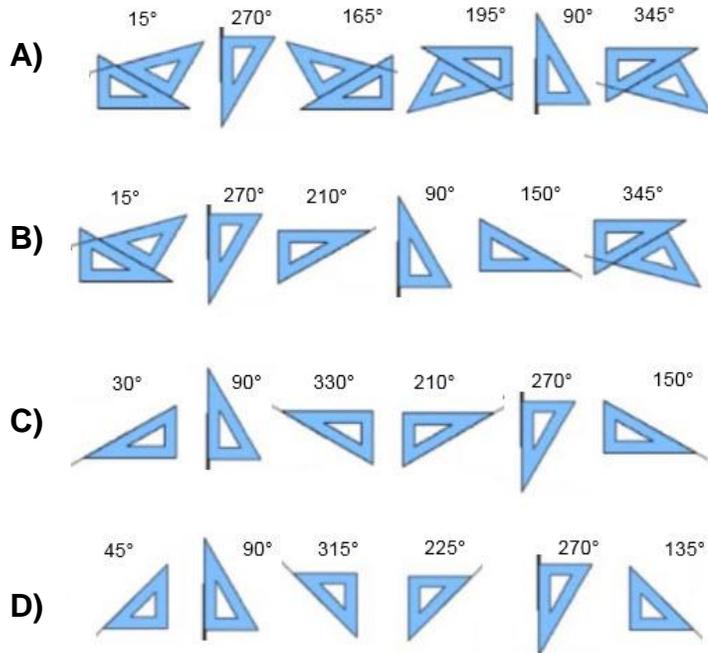
Los lineamientos que se deben respetar son los siguientes:

- Debe ser un diseño geométrico sintetizando la forma de alguna especie de cactus para que sea estético en cualquier lugar que se coloque.
- El diseño debe considerar que dicha cactácea contenga su flor abierta en la parte superior para que pueda abarcar más espacio y captar mayor cantidad de lluvia que se almacenará en su interior.
- Para que el diseño sea cómodamente manejable, debe considerarse una dimensión de una cuarta parte del promedio de la estatura de un hombre (1.69 m aprox.).
- Como un requisito obligatorio, todo participante deberá entregar en 4 láminas formato A4 lo siguiente:
  - a) La proyección ortogonal de las vistas del diseño a escala con acotaciones detalladas y la proyección diédrica a escala.
  - b) Desarrollo del volumen para que se pueda apreciar las piezas que lo constituye.
  - c) Una perspectiva a “vuelo de pájaro” que muestre la superficie colectora
  - d) Una a “vista de hormiga” ambas con sombras propias y proyectadas.
  - e) Un modelo tridimensional a escala de la propuesta con materiales ecológicos. Sobre un bastidor de madera de 60 x 40 cm.

**1. Si consideramos que la forma del contenedor es un diseño simétrico; ¿Qué tipo de línea pasa por el centro de las vistas de la cactácea?**

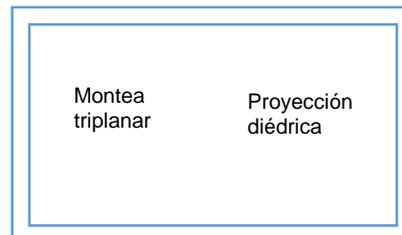
- A)** Línea definitiva visible
- B)** Línea de resultado
- C)** Línea de ejes
- D)** Línea de proyección

2. Suponiendo que la geometrización de la cactácea para el diseño orgánico del contenedor tiene una vista en planta de forma octagonal y la vas a dibujar, observa las series de imágenes y selecciona ¿cuál es el acomodo correcto de las escuadras para dibujar su forma partiendo desde uno de sus lados en posición horizontal en dirección igual al sentido opuesto del giro de las manecillas del reloj?



3. Considerando los lineamientos establecidos; dibujar la montea triplanar y la proyección diédrica para representar las vistas acotadas del recolector utilizando un formato A4 en posición horizontal con margen de 1.5 cm como se ve la distribución en la siguiente imagen; ¿Qué escala es conveniente utilizar?

- A) 1:75
- B) 1:20
- C) 1:100
- D) 1:50
- E) 1:10



4. Como participante deberás elaborar parte de un diseño considerando lo siguiente:

La estructura del diseño es de una cactácea como la comúnmente conocida como “órgano”, al ser vertical la estructura será como la de un prisma hexagonal. Asimismo la flor que lleve en la parte superior tendrá una estructura hexagonal pero con una dimensión mayor.

- Traza en el siguiente espacio un prisma hexagonal en isométrico cuyo radio de circunferencia sea de 1.7 centímetros y la altura medida en el eje sea de 12 centímetros.
- En la parte superior del prisma debes trazar un hexágono centrado de 5 cm que considere los pétalos de flor que culminan en cada vértice.
- Realiza sus proyecciones en una montea triplanar ortogonal
- Considera para la realización de tus dibujos todos los aspectos normativos del uso de los instrumentos de dibujo vistos durante el curso.

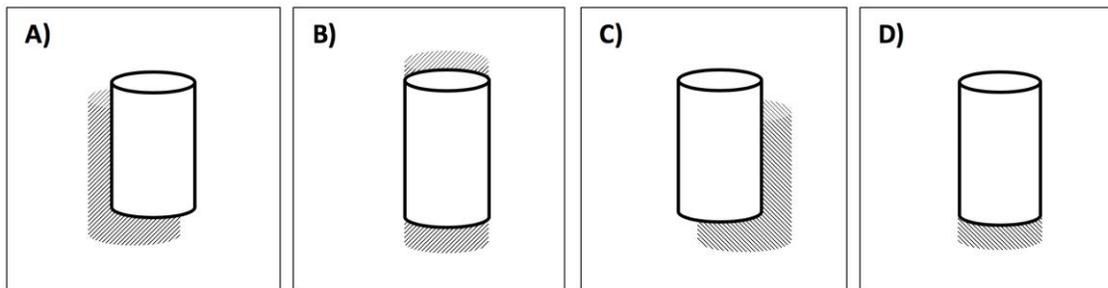


5. En el caso de que el diseño del recolector cuya estructura es un prisma hexagonal, precisamente como el que acabas de trazar”; ¿Qué tipos de recta predominarán en la proyección axonométrica?
- A) General
  - B) Frontal
  - C) De perfil
  - D) Vertical
6. Para realizar las proyecciones del prototipo sobre la montea triplanar debes considerar que el plano que expresa la anchura (x) y alejamiento (y) es el:
- A) Plano horizontal
  - B) Plano ortogonal
  - C) Plano lateral
  - D) Plano vertical
7. Para cubrir uno de los requisitos de la convocatoria se debe trazar un desarrollo de volumen o cuerpo geométrico, que según lo visto en el curso consiste en:
- A) En dibujar a escala el volumen para reconocer su proporción y su dimensión
  - B) En la proyección ortogonal de las caras de un cuerpo volumétrico en una montea
  - C) En la sucesión ordenada de las caras en un plano que permiten su construcción
  - D) En la representación isométrica de un cuerpo para visualizar su volumen
8. Como lo mencionan los requisitos de la convocatoria, un participante debe entregar dos perspectivas. Para realizar la que trata sobre el punto de vista a vuelo de pájaro, el estudiante debe considerar que esta vista se cumple:
- A) Cuando el observador se encuentra por debajo de la línea de tierra y puede ver los objetos de manera monumental
  - B) Cuando el observador se encuentra alrededor de la altura media del objeto
  - C) Cuando el observador se encuentra a la altura de ras de suelo, o de la Línea de Tierra y mira desde la base al objeto
  - D) Cuando el observador se encuentra por encima de la altura del objeto

9. Para dibujar la segunda perspectiva que se refiere a la proyección del prototipo a dos puntos de fuga, el dibujante debe considerar:

- A) Visualizar los objetos de su alrededor
- B) Visualizar todo desde arriba
- C) Visualizar el prototipo de manera monumental
- D) Visualizar todo desde el centro

10. Considerando el foco de luz en un punto superior-derecho, que simule la luz del sol del ocaso del día; ¿qué tipo de sombra es más adecuada que se proyecte en el prototipo?





## RESPUESTAS DE AUTOEVALUACIÓN

### Unidad I

Reactivo	Respuesta correcta
1	B
2	D
3	E
4	E
5	C
6	A
7	C
8	D
9	C
10	B

### Unidad II

Reactivo	Respuesta correcta
1	A
2	B
3	A
4	C
5	D
6	B
7	C
8	D
9	B
10	A

### Unidad III

Reactivo	Respuesta correcta
1	B
2	C
3	A
4	D
5	C

6	B
7	A
8	A
9	B
10	D



## RESPUESTAS DE EXAMEN TIPO

Reactivo	Respuesta correcta
1	C
2	D
3	D
4	Reactivo Práctico
5	D
6	A
7	C
8	D
9	C
10	A



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS GENERALES

<http://www.rua.unam.mx/>

[https://www.erein.eus/media/primeros\\_capitulos/primer\\_capitulo287.pdf](https://www.erein.eus/media/primeros_capitulos/primer_capitulo287.pdf)

Arrate, J., Gutiérrez, F.J., Gutiérrez, J.R., Regato. (2008). *Dibujo Técnico* Madrid: Editex.

Bargueño, E. (2006). *Dibujo Técnico*. España: Mac Graw-Hill.

Calavera, C. y Jiménez I. (2014). *Dibujo Técnico I*. Madrid: Paraninfo.

Calavera, C. y Jiménez I. (2016). *Dibujo Técnico II*. Madrid: Paraninfo.

Calderón, F. (2009). *Técnicas del Dibujo*. México: Porrúa.

Castellanos, J. (2015). *Dibujo Constructivo*. México: McGraw Hill.

Clifford, M. (2005). *Dibujo Técnico Básico*. México: Limusa. Eissen, K. y Steur, R. (2013). *Bocetaje: las bases*. México: Gustavo Gili.

Espinosa, J. (2000). *Diccionario de matemáticas*. Madrid: Cultural.

Feléz, J., Martínez, M.L. y Mascaraque, J.M. (2012). *Dibujo Técnico*. España: Síntesis.

González, J.M. (2009). *Geometría Descriptiva* México: Trillas.

Luna, J.L. (2009). *Curso integral de Dibujo Técnico*. México: Trillas.

Martínez, O. y Pineda, R. (2016). *Aprendamos dibujo técnico Tomo I y II*. México: Éxodo.

Martínez, O. y Pineda, R. (2014). *Aprendamos dibujo técnico: basado en competencias*. México: Éxodo.

Martínez, O. y Pineda, R. (2014). *Aprendamos dibujo técnico II: Dibujo base de la ingeniería*. México: Éxodo.

Nieto, J. (2012). *Dibujo Técnico Didáctico I*. México: Trillas.

Pacheco, J.E. (2015). *Croquis en la arquitectura*. México: Trillas.

Padilla, J.A. (2017). *Perspectiva, trazo, ambientación y croquis*. México: Trillas.

Rodríguez, y Suarez, F. (2012). *A mano alzada dibujo técnico*. Teoría Educación Media España: Romor.

Spencer, H. y Dygdon, J. (2009). *Dibujo técnico básico*. México: Patria.

Tamez, E. (2015). *Dibujo Técnico*. México: Limusa.

- Yurksas, B. (2000). *Dibujo geométrico y de proyección*. Bogotá: Panamericana.
- Calderón, F.J. (2014). *Dibujo Técnico Industrial*. México: Porrúa.
- De la Torre, M. (2005). *Geometría Descriptiva*. México: UNAM.
- Ferrer, J.L. (1995). *Sistema Diédrico*. México: Paraninfo.
- Bermejo, M. (1999). *Geometría Descriptiva Aplicada*. México: Alfaomega.
- Mercado, L.M. (1992). *Dibujo Técnico Industrial*. México: Trillas.
- Sugrañes, P. (2011). *Apuntes para la materia de Geometría Proyectiva*: México: FES Aragón UNAM.
- Arcas, S. (2005). *Perspectiva para principiantes*. Eslovenia: Konemann.
- Alberti, L. (1988). *Antología*. Barcelona: Península.
- Arnheim R. (1962), *Arte y Percepción visual*: Argentina: Universidad de Buenos Aires.
- Castellanos, J. (2015). *Dibujo Constructivo*. México: McGraw Hill.
- Crespi, I. (1971), *Léxico Técnico de las Artes Plásticas*, Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- Ching, F. (1996), *Manual de dibujo arquitectónico*, México: Ediciones G. Gilli.
- Da vinci, L. (1993). *Cuaderno de notas*. Madrid: M.E. Editores.
- Damisch, H. (1997). *El origen de la perspectiva*, Madrid: Alianza.
- Montreal y Tejada y Hagggar, R. (1992). *Diccionario de términos de Arte*. Barcelona: Juventud.
- Fernández, S. (2007). *La geometría descriptiva aplicada al dibujo técnico arquitectónico*. México: Trillas.
- Flocon, A. (1966), *La perspectiva* / tr. de René Taton, Madrid: Tecnos.
- Panofsky, E. (1973), *La perspectiva como forma simbólica*, Barcelona: Tusquets.
- Powell, W. (2005) *Perspectiva*. Estados Unidos: Blume.
- Rotgans, H. (1988) *Perspectiva*. España: Ceac.





Universidad Nacional  
Autónoma de México

## UNAM

**Dr. Enrique Graue Wiechers**  
Rector

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas  
Secretario General

Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa  
Secretario de Desarrollo Institucional

Ing. Leopoldo Silva González  
Secretario Administrativo

Dra. Mónica González Contró  
Abogada General



## DGENP

**Biól. María Dolores Valle Martínez**  
Directora General

Lic. Jaime Cortés Vite  
Secretario General

Dra. Virginia Hernández Ricárdez  
Secretaria Académica

Lic. José Luis Sánchez Varela  
Secretario Administrativo

M. en C. Ana Laura Gallegos y Téllez Rojo  
Secretaria de Planeación

Q.F.B. Roberta Ma. del Refugio Orozco Hernández  
Secretaria de Difusión Cultural

Lic. Mónica Edith Villanueva Vilchis  
Jefa del Departamento de Dibujo y Modelado

## Directores de Planteles

Lic. Enrique Espinosa Terán  
*Plantel 1 "Gabino Barreda"*

Lic. Isabel Jiménez Téllez  
*Plantel 2 "Erasmus Castellanos Quinto"*

Lic. Samuel David Zepeda Landa  
*Plantel 3 "Justo Sierra"*

Mtro. Eduardo Adolfo Delgadillo Cárdenas  
*Plantel 4 "Vidal Castañeda y Nájera"*

Mtra. Velia Carrillo García  
*Plantel 5 "José Vasconcelos"*

Mtro. Isauro Figueroa Rodríguez  
*Plantel 6 "Antonio Caso"*

I.Q. María del Carmen Rodríguez Quilantán  
*Plantel 7 "Ezequiel A. Chávez"*

Arq. Ángel Huitrón Bernal  
*Plantel 8 "Miguel E. Schulz"*

Q.F.B. Gabriela Martínez Miranda  
*Plantel 9 "Pedro de Alba"*