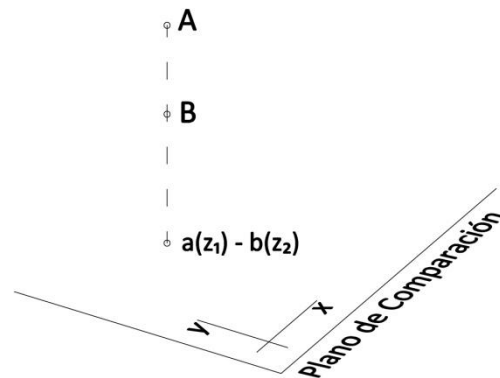


Introducción: El sistema de planos acotados

El sistema **acotado** (o sistema de planos acotados) es un sistema de representación basado en la **proyección ortogonal** (perpendicular) de puntos sobre un plano de referencia, llamado **plano de comparación (PC)**. Para obtener toda la información necesaria, cada punto se representa acompañado de su **cota** (distancia al plano de comparación), entre paréntesis.

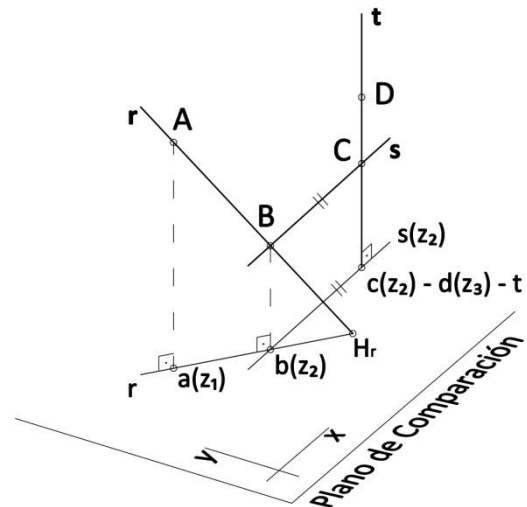


1. La recta

Para representar una recta, es suficiente con representar **dos de sus puntos**. De acuerdo con su posición respecto al plano de comparación, podemos distinguir tres posiciones:

-Recta oblicua r:

Es la recta definida por dos puntos a **distinta cota** (A y B). Tiene un punto de cota cero (H_r), llamado **traza de la recta**.



-Recta horizontal s:

Es la recta definida por dos puntos a la **misma cota** (B y C). Es **paralela** al plano de comparación y tiene su proyección en **verdadera magnitud (VM)**.

-Recta vertical t:

Es la recta definida por dos puntos a **distinta cota** y con la **misma proyección** (C y D). Es **perpendicular** al plano de comparación, y su proyección es un **punto**.

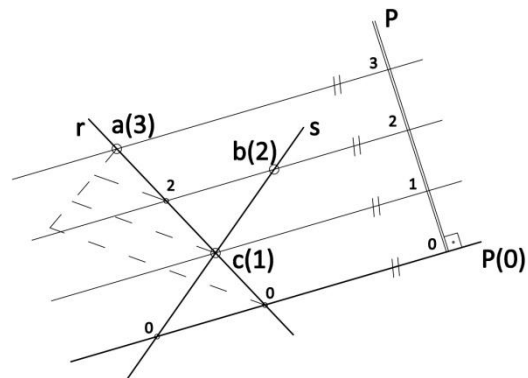
2. El plano

Para representar un plano, es suficiente con representar **tres puntos** contenidos en el mismo. De acuerdo con su posición respecto al plano de comparación, podemos distinguir tres posiciones: plano oblicuo, plano horizontal y plano vertical.

2.1. El plano oblicuo

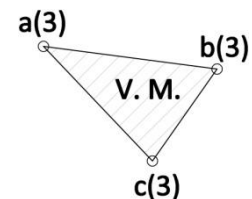
Es el plano definido por tres puntos a **cotas distintas**. Esto equivale a **dos rectas oblicuas**, que se cortan en uno de los puntos. Podemos encontrar las **trazas** de ambas rectas, así como rectas **horizontales** que también están contenidas en el plano. Para definir un plano oblicuo necesitamos:

- **La traza del plano, P(0):** Es la recta horizontal del plano cuya cota es **cero**.
- **La recta de máxima pendiente, P:** Es una recta, perpendicular a la traza, cuya **pendiente (ángulo con el PC)** es la **misma que la del plano**. Cada plano tiene **infinitas** rectas de máxima pendiente.



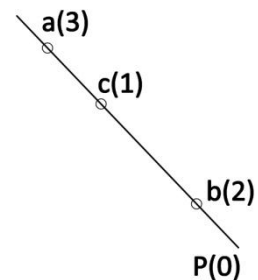
2.2. El plano horizontal

Es el plano definido por tres puntos a la **misma cota**. Todas las rectas contenidas en el plano son **horizontales**, de modo que tienen la proyección en **VM**. Es paralelo al **PC**, y por tanto no tiene **traza**, ni **pendiente**.



2.3. El plano vertical

Es el plano definido por tres puntos de **distinta cota**, cuyas **proyecciones** están **alineadas**. Todas las rectas contenidas en el plano tienen la misma proyección, que coincide con su **traza P(0)**. Es perpendicular al **PC**, por tanto su recta de máxima pendiente **P** es **vertical**.

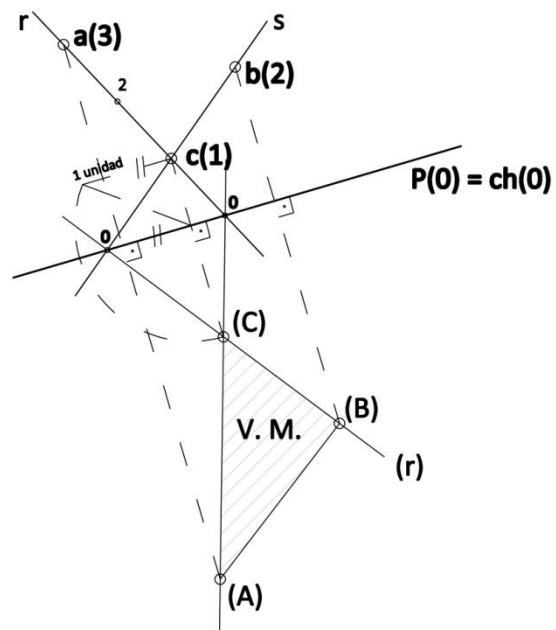


3. Obtención de la verdadera magnitud: El abatimiento

El **abatimiento** es un método gráfico que nos permite obtener la **verdadera magnitud** de los elementos contenidos en un plano. Abatir es **girar** un punto alrededor de un eje (**charnela**), utilizando una magnitud conocida (la cota del punto). Para obtener verdadera magnitud, giramos el plano, hasta que quede horizontal, alrededor de una **charnela horizontal**.

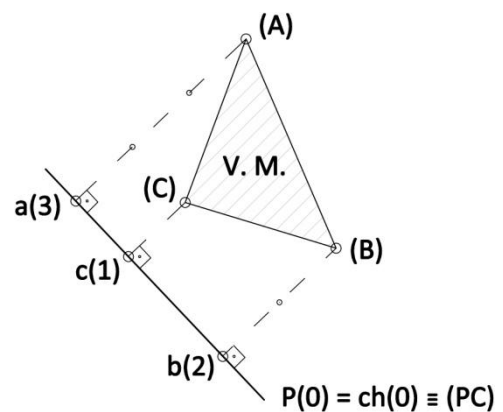
3.1. Abatimiento de un plano oblicuo

Para el **abatimiento** de un plano oblicuo, necesitamos abatir cualquier **punto** alrededor de una recta **horizontal** del plano, que será nuestra **charnela**. Trazamos desde la proyección del punto una recta **perpendicular** a la **charnela** y una recta **paralela** a la **charnela**. Sobre la recta **paralela**, medimos el **incremento** entre las **cotas** del punto y la charnela (por ejemplo, para un punto de cota 3 y una charnela a cota 1, medimos 2 unidades). Poniendo el **centro** en el punto de corte con la charnela, y tomando como **radio** la hipotenusa del **triángulo rectángulo** formado, trazamos un **arco** para obtener el punto **abatido**. Aprovechando la **afinidad** que existe entre la proyección **acotada** y la proyección **abatida**, obtenemos el resto de puntos.



3.2. Abatimiento de un plano vertical

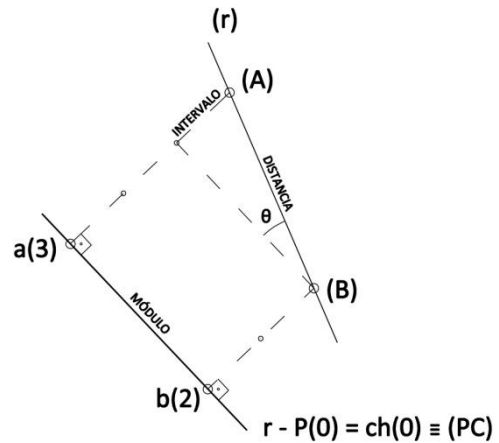
En el caso del plano vertical, el **abatimiento** es mucho más sencillo. Puesto que las **proyecciones** de todos los puntos se encuentran sobre la misma recta, que coincide con la **traza** del plano, sólo es necesario trazar una recta **perpendicular** a la misma, y medir sobre ella el **incremento** de **cotas** correspondiente.



4. Estudio de una recta: Pendiente, intervalo y módulo.

Para el estudio de una **recta**, es decir, su posición con respecto al **PC**, podemos utilizar el abatimiento de planos. Toda recta oblicua puede estar contenida en un plano vertical, luego toda recta puede ser abatida. En la proyección abatida se puede estudiar:

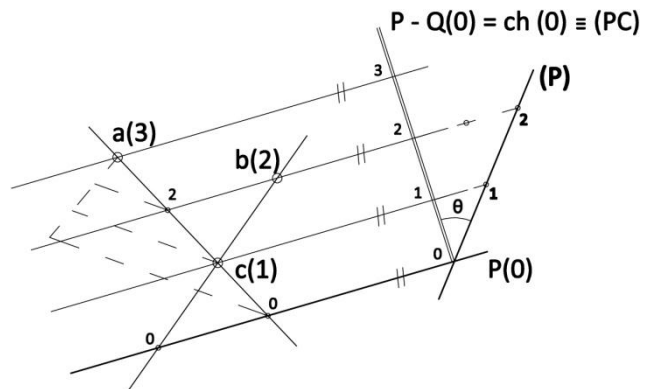
- Su **pendiente**: El ángulo θ , que la recta forma con el **PC**, que está determinado por su **módulo** (proyección de la distancia entre dos puntos de cotas sucesivas) e **intervalo** (cantidad de cota que separa dos puntos de cotas sucesivas).
- La **VM** de la **distancia** entre dos puntos.



Se puede definir la **pertenencia** de un punto en un plano a partir del estudio de la recta.

5. Estudio de un plano

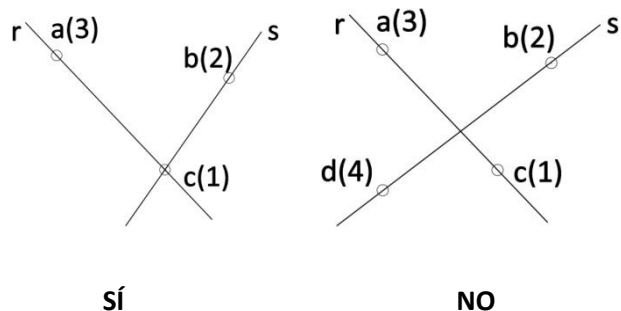
Para el estudio de un **plano** es suficiente con estudiar una cualquiera de sus **rectas de máxima pendiente**. Se puede definir la pertenencia de un punto o una recta en un plano, a partir del estudio de su recta de máxima pendiente.



6. Reglas de intersección

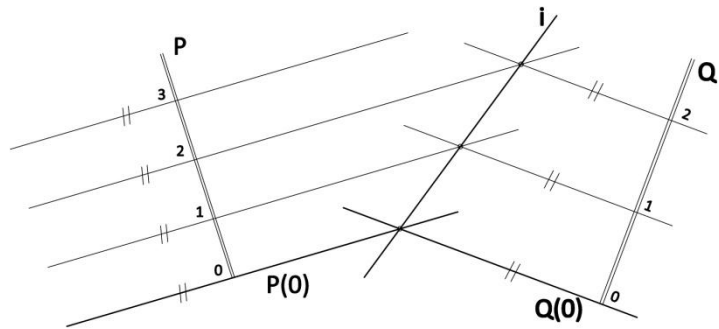
6.1. Intersección de rectas

Dos rectas se intersecan si **comparten un mismo punto** (el punto pertenece a ambas rectas).



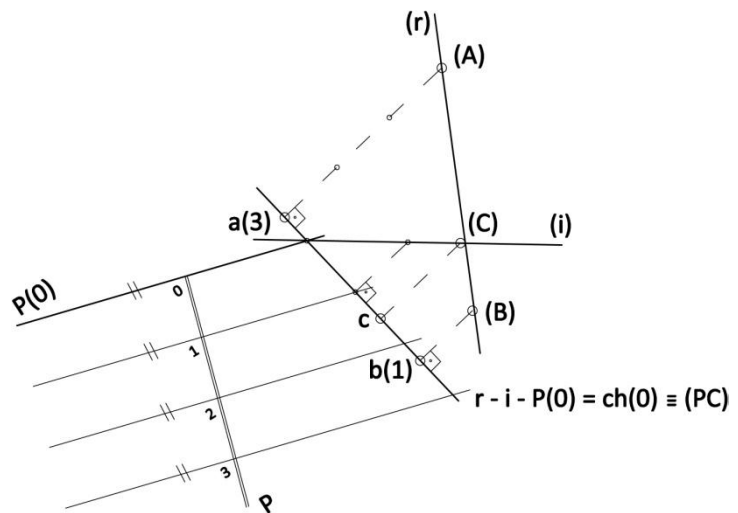
6.2. Intersección de planos

Dos planos se intersecan si **comparten una misma recta** (la recta pertenece a ambos planos). Para buscar **dos puntos** que definan la recta intersección, utilizamos **dos pares de rectas** a la misma **cota**.



6.3. Intersección de recta y plano

Una **recta** y un **plano** se intersecan si **comparten un mismo punto**. Para buscar el punto de intersección, utilizamos el estudio de la recta. A partir de la intersección del plano dado con el plano vertical que contiene a la recta, obtenemos dicho punto.



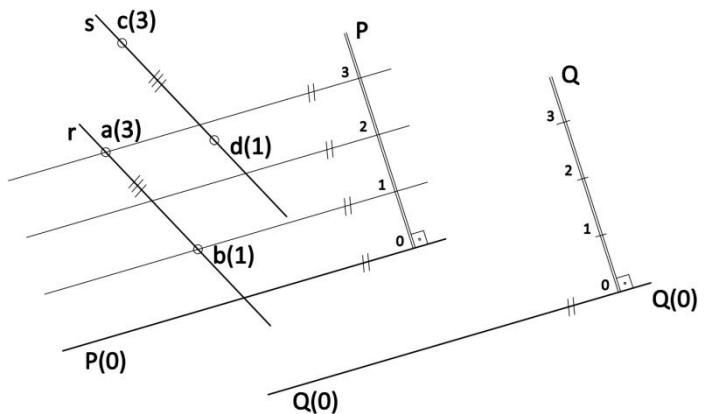
7. Reglas de paralelismo

7.1. Paralelismo entre rectas

Dos rectas son **paralelas** si sus **proyecciones** siguen la **misma dirección**, tienen el **mismo módulo** y crecen en el **mismo sentido**.

7.2. Paralelismo entre planos

Dos planos son **paralelos** si sus **rectas de máxima pendiente** son **paralelas**. Además, sus trazas y sus rectas horizontales también son paralelas.



7.3. Paralelismo entre recta y plano

Una recta es **paralela** a un **plano** si el plano contiene una **recta paralela** a la dada.

8. Reglas de perpendicularidad

8.1. Perpendicularidad entre rectas

Dos **rectas** son **perpendiculares** si una de las rectas está contenida en un **plano perpendicular** a la otra. Esta relación **no es evidente**, luego **no resulta práctica**.

Si una de las rectas es **horizontal**, puesto que cualquier recta oblicua puede estar contenida en un plano **vertical**, si las **proyecciones** son **perpendiculares** la perpendicularidad resulta **evidente**.

8.2. Perpendicularidad entre planos

Dos **planos** son **perpendiculares** si uno contiene una **recta perpendicular** al otro. Esta relación **no es evidente**, luego **no resulta práctica**.

Si uno de los planos es **vertical**, puesto que puede contener cualquier recta **oblicua** cuya proyección coincida la traza del plano, si las **trazas** son **perpendiculares** la perpendicularidad resulta **evidente**.

8.3. Perpendicularidad entre recta y plano

Un **plano** y una **recta** son **perpendiculares** si la recta es **perpendicular a cualquier recta** contenida en el plano. Aplicando los casos evidentes descritos anteriormente, resulta:

- La proyección de la **recta** es perpendicular a las **horizontales** del plano.
- La proyección de la **recta** coincide con la **recta de máxima pendiente**, y tienen pendientes **opuestas** (son ángulos **complementarios**, suman 90°).
- Las proyecciones **abatidas** de ambas **rectas** (la dada y la de máxima pendiente del plano) son **perpendiculares**.

