

SISTEMA DE RESOLUCIÓN GRÁFICA DE CUBIERTAS



SISTEMA DE RESOLUCIÓN GRÁFICA
DE CUBIERTAS

Autores:

Pablo Nestares Pleguezuelo

Raquel Nieto Álvarez

Juan Carlos Gómez Vargas

Profesores de la Universidad de Granada.

Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica y en la Ingeniería

ISBN-10: 84-617-2870-X

ISBN-13: 978-84-617-2870-1

Nº depósito legal: GR-2364-2014

Portada: fotografía de sistema de formación de pendientes. Feria de muestras de Armilla. Granada

INDICE

Contenido

1- INTRODUCCIÓN	4
2- TERMINOLOGÍA	5
3- CONCEPTOS	7
3-1 INTERSECCIÓN DE PLANOS	8
4-MÉTODO	11
4-1 RESOLUCIÓN DE UNA CUBIERTA EJEMPLO	11
5-TIPOS DE ENCUENTROS DE CUBIERTAS	17
5.1 CUBIERTAS EN L:	18
5.2 ENCUENTROS NO PERPENDICULARES EN L:	20
5.3 CUBIERTAS EN T:	20
5.4 ENCUENTROS NO PERPENDICULARES EN T:	23
6-MEDIANERIAS	24
6-1 CLASIFICACIÓN SEGÚN ÁNGULO	24
6.2 MEDIANERIAS EN ESQUINAS	26
7.CUBIERTAS DE DISTINTA ALTURA	28
7.1 MEDIANERIAS EN ALTURA	42
7.2 CUBIERTAS DE DISTINTA ALTURA SIN HASTIAL	44
8 SECCIONES A CUBIERTAS	46

1- INTRODUCCIÓN

El ser humano, desde épocas remotas, ha tratado de comunicarse con otros seres próximos a través de la expresión gestual y oral. Cuando quiso que esta comunicación perdurase, comenzó a realizarla mediante la escritura y cuando quiso comunicar formas, lo hizo mediante el dibujo.

Aunque el sistema escrito tendió a realizarse de distinta forma, según las culturas y civilizaciones, el lenguaje del dibujo tendió a unificarse, así nacieron los lenguajes gráficos.

En la arquitectura y en la ingeniería se usa la expresión gráfica como medio de comunicación, que es la base del dibujo técnico para representar lo que es concebido en su imaginación.

El dibujo gráfico, debe tener como principal propiedad es la retroproyección, esto es, la capacidad gráfica de representar un objeto en tres dimensiones, representarlo en un soporte gráfico de dos dimensiones (papel), para que posteriormente, en tiempo o lugar, poderlo volver a construir con dichas tres dimensiones.

El Sistema acotado es un sistema grafico igual en todos los países y puede ser comprendido en cualquier parte del mundo (universal), tiene el mismo idioma, sustituye a las palabras por líneas, símbolos y cifras.

Es el sistema gráfico que más se utiliza en Construcción y en Topografía, por tanto es el que utilizaremos para resolver los problemas propios de las cubiertas.

2- TERMINOLOGÍA

Consideramos necesario tener claras algunas definiciones relacionadas con las cubiertas

Albardilla: Tejadillo que se pone en los muros para que el agua de lluvia no los penetre ni resbale por los paramentos.

Aleros: Línea perimetral inferior de un faldón en donde se acaba este y la cubierta. Cuando son de constitución continua, deben tener una pendiente hacia el exterior para evacuar el agua de 10° como mínimo. (CTE-DB-HS)

Antepecho: Cerramiento perimetral que delimita una azotea y se eleva por encima de los faldones. Cuando la cubierta es visitable, este debe cumplir las condiciones exigidas para el tránsito de personas por el CTE-DB-SUA1 (Seguridad frente al riesgo de caídas).

Albardilla: Pieza de obra que remata el antepecho.

Babero: Chapa metálica que se coloca en la base de unión, entre salientes verticales cualesquiera de una cubierta o medianerías y un faldón, para impedir el paso del agua.

Buharda: Hueco o ventana, formada en un plano vertical, situada en un faldón, que da a los desvanes o cámaras de aire.

Cañizo: Tejido o enrejado de cañas.

Caballetes: Segmento horizontal, o sea, los nudos de sus extremos están a la misma cota y que puede ir de nudo a nudo o a medianería. El agua se aleja de él con ángulos rectos en los dos lados.

Cornisas: Es un alero que se aleja del plano que forma la fachada. Se dice lo que vuela sobre el plano de fachada.

Cumbreras: Es un segmento horizontal, o sea, los nudos de sus extremos están a la misma cota (segmento sin pendiente), la cual va siempre de nudo a nudo o de nudo a medianería. El agua se aleja de ella perpendicularmente.

Faldones: son las superficies, generalmente planas que vierten el agua a un alero y que también reciben el nombre de paños. La diferencia debe estribar en que el paño debe estar formado por un plano inclinado y que el faldón solo debe estar definido por su dirección.

Faldón Pino: Para una sola cubierta, aquel faldón de máxima pendiente.

Hastial: Parte de la facha, normalmente de forma triangular, que queda dentro de una cubierta, o la prolongación de la fachada, creando una medianería en la cubierta.

Llaga: junta vertical entre dos ladrillos de una misma hilada.

Limahoyas: Es segmento con pendiente, o sea, los nudos de sus extremos están a distinta cota y uno de sus vértices tiene que estar en el alero. El agua va hacia ella con ángulos iguales en los dos lados. Son las intersecciones de los faldones que lleva el agua de lluvia por el ángulo que forman.

Limatesas: Es segmento con pendiente, o sea, los nudos de sus extremos están a distinta cota. Esta la podemos encontrar en cualquiera de las cuatro uniones. El agua se aleja de ella con ángulos iguales en los dos lados.

Linterna: Es un lucernario elevado por obra y que además se usa para permitir la ventilación.

Lucernario: Es un elemento situado en la cubierta para el paso de la luz al interior de la vivienda y que a nuestros cálculos debemos considerar como medianería.

Medianería: Llamamos, solo para este caso, a la zona de la cubierta donde no se puede verter agua.

Plano inclinado de escorrentía: Paño formado por un plano inclinado, de una cubierta plana.

Pretil: Es lo mismo que el antepecho.

Sumidero: Elemento prefabricado para la recogida de agua de la cubierta, conectado a la red de saneamiento del edificio.

Vertiente: Plano o zona por donde corre el agua.

Zabaleta: Pieza vertical de obra situada en el encuentro entre el antepecho y el faldón.

3- CONCEPTOS

Las cubiertas deben estar constituidas por piezas de cobertura tales como tejas, pizarra, placas, etc. El solapo de las piezas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.

Las cubiertas deben disponer de un sistema de formación de pendientes, cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y su soporte resistente no tenga la pendiente adecuada al tipo de protección y de impermeabilización que se vaya a utilizar; y un sistema de evacuación de aguas, que puede constar de canalones, sumideros y rebosaderos, dimensionado según el cálculo descrito en el CTE-DB-HS, sección HS 5.

En cubiertas planas, el sistema de formación de pendientes debe tener una pendiente hacia los elementos de evacuación de agua incluida dentro de los intervalos del 1% al 5 %.

En cubiertas inclinadas El sistema de formación de pendientes, cuando éstas no tengan capa de impermeabilización, debe tener una pendiente, en función del tipo de tejado, hacia los elementos de evacuación de agua mayor que la obtenida en la tabla:

PENDIENTES DE CUBIERTAS INCLINADAS		Pendiente mínima en %	
Teja (menos de 6'50 m. de alero)	Teja curva	32	
	Teja mixta y plana monocanal	30	
	Teja plana marsellesa o alicantina	40	
	Teja plana con encaje	50	
Pizarra		60	
Placas y perfiles	Cinc	10	
	Fibrocemento	Placas simétricas de onda grande	10
		Placas asimétricas de nervadura grande	10
		Placas asimétricas de nervadura media	25
	Sintéticos	Perfiles de ondulado grande	10
		Perfiles de ondulado pequeño	15
		Perfiles de grecado grande	5
		Perfiles de grecado medio	8
		Perfiles nervados	10
	Galvanizados	Perfiles de ondulado pequeño	15
		Perfiles de grecado o nervado grande	5
		Perfiles de grecado o nervado medio	8
		Perfiles de nervado pequeño	10
		Paneles	5
	Aleaciones ligeras	Perfiles de ondulado pequeño	15
Perfiles de nervado medio		5	

Para cubiertas de teja y aleros de más de 6'50 m., o cualquier otra circunstancia de posicionamiento o exposición climática, debemos tomar el valor de la pendiente mínima establecida en la norma:

- Tejas de hormigón, UNE 127.100
- Tejas cerámicas, UNE 136.020

Las piezas del tejado deben sobresalir 5 cm como mínimo y media pieza como máximo del soporte que conforma el alero.

Antes de comenzar a explicar el método, se hace necesario definir algunos conceptos que utilizaremos en este tipo de resoluciones.

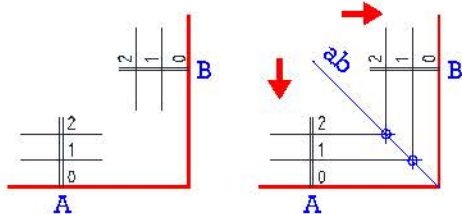
nudo es el punto donde coinciden al menos tres rectas de intersección de planos. Dicho punto o nudo tiene la propiedad de que todas las letras de sus rectas de intersección (dos cada una) están pareadas. Los nudos habituales vienen de la intersección de al menos tres segmentos de cubierta, pero estos pueden formarse de 4, 5 o más.



3-1 INTERSECCIÓN DE PLANOS

Desarrollaremos a continuación este método. Pero antes debemos ver qué tipo de intersecciones podemos encontrar entre dos planos. Así tendremos tres tipos para contemplar:

a. Intersección de dos planos en esquina:

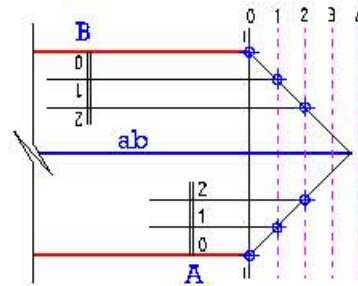


Es una intersección normal para el *Sistema de Planos Acotados*, prologando al menos dos de las trazas (de la misma cota), de cada plano, y unir los dos puntos resultantes. Al segmento resultante lo llamaremos con las dos letras de los planos pero en minúscula.

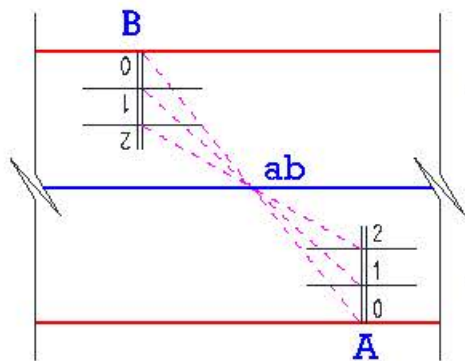
Así, la intersección del plano A con el plano B nos da el segmento *ab*.

b. Intersección de dos planos paralelos

En *Sistema de Planos Acotados* en las situaciones en las que no se cortan las trazas, debíamos sacar la Proyección Vertical (o una sección perpendicular a las trazas) para poder obtener la intersección de dichos planos.



Para evitar este paso a Sistema Diédrico, vamos a solucionarlo de una forma más rápida y sencilla, de tal forma que al unir puntos de igual cota entre las trazas de planos A y B, obtenemos un punto de la recta intersección (ab).



Como A y B son paralelos, la traza de la recta a su vez será paralela a los planos, con lo que ya tenemos resuelta la intersección.

Tendremos en cuenta, que aunque estas dos sean las intersecciones habituales, en las cubiertas podemos encontrar aleros cubos, etc.

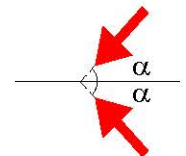
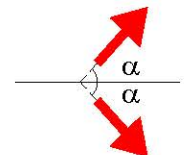
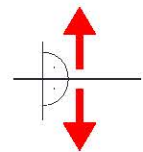


c. Segmentos de intersección son lo que queda de una recta de intersección, como todos los segmentos van de un punto a otro, pero en cubiertas pueden ser cuatro tipos de uniones los que van de:

- Arista de alero a Nudo
- Nudo a Nudo
- Nudo a Medianería
- Medianería a Arista de alero

Si la evacuación de aguas va en la dirección de la recta de máxima pendiente del plano. Considerando además las pendientes de estos segmentos o, lo que es lo mismo, las cotas de sus extremos. Por todo ello, los segmentos de intersección, son tres y los podemos clasificar en:

- **CUMBRERA:** Es un segmento horizontal, o sea, los nudos de sus extremos están a la misma cota (segmento sin pendiente), la cual va siempre de nudo a nudo o de nudo a medianería. El agua se aleja de ella perpendicularmente.
- **LIMATESA:** Es segmento con pendiente, o sea, los nudos de sus extremos están a distinta cota. Esta la podemos encontrar en cualquiera de las cuatro uniones. El agua se aleja de ella con ángulos iguales en los dos lados.
- **LIMAHOYA:** Es segmento con pendiente, o sea, los nudos de sus extremos están a distinta cota y uno de sus vértices tiene que estar en el alero. El agua va hacia ella con ángulos iguales en los dos lados.



El problema de las cubiertas, es en muchas ocasiones, difícil de solucionar, así cuando observamos los planos de evacuación de aguas de muchas edificaciones, encontramos resoluciones inadecuadas: en las que se utilizan hastiales innecesarios, paños y encuentros mal planteados.... Por esto nos parece interesante establecer una metodología útil para cualquier edificación, sea cual sea su disposición en planta, patios, medianerías, distinta altura de aleros, diferentes pendiente...

La resolución gráfica de las pendientes y paños de las cubiertas, hay que considerarlas, para este método, como una resolución de intersecciones de planos en Sistema Acotado. De esta forma, el proceso es siempre el mismo, aunque iremos añadiendo apartados a los puntos conforme se complique la cubierta, estas complicaciones suelen ser: medianerías y cambios de altura.

Los planos que utilizamos para las resoluciones de cubiertas los denominamos mediante letras mayúsculas. Las rectas de intersección de dos planos las llamaremos con las dos letras de dichos planos pero en minúscula.(como en Sistema de Planos Acotados). La intersección entre planos la haremos por puntos comunes de sus trazas, ya que aunque por comodidad, usemos el mismo módulo, no usaremos el método de la bisectriz, ya que cuando los forjados de cubiertas están a distinta altura, este método de bisectrices no nos vale.



4-MÉTODO

Para la resolución de Cubiertas mediante el método de Planos Acotados hay que seguir los siguientes pasos generales, los cuales se usarán siempre, tras realizar los contornos de la cubierta.

1.- Dibujo de los planos acotados en cada segmento del perímetro, asignando una letra mayúscula a cada uno. La pendiente de los planos dependerá de diversos condicionantes, tales como climatología, pluviometría, diseño... una vez establecida se dibuja el módulo de cada plano que será:

Módulo = unidad de altura / pendiente de los planos

2.- Hallar la intersección de cada plano con los contiguos, llamada ahora con las letras de los dos planos pero en minúscula.

3.- Cálculo del primer nudo.

4.- Cálculo de los restantes nudos.

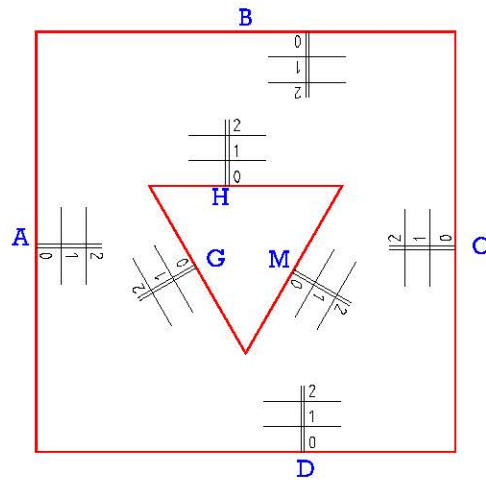
5.- Cálculo de las cotas nudos.

4-1 RESOLUCIÓN DE UNA CUBIERTA EJEMPLO

Comenzamos estudiando las cubiertas sin estas complicaciones, para ver el método lo hacemos de una forma práctica, para ello observemos este ejemplo:

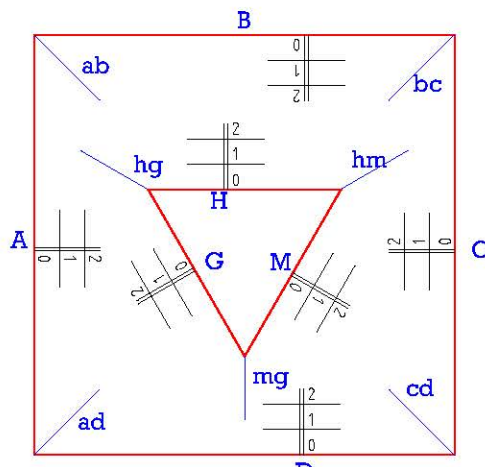
1.- Colocación de planos.

1.- Situamos planos, por cada alero del forjado, al que nombramos con una letra mayúscula, con el módulo (según normativa, situación pluviométrica...)



2.- Cálculo de la intersección de cada plano con el contiguo.

2.- Calculamos las rectas de **intersección de cada plano con los contiguos**. Como no existe medianería dibujamos cada una de ellas dividiendo cada uno de los ángulos por la mitad. A estas rectas las nombraremos con las dos letras de los planos que las forman (en minúsculas)



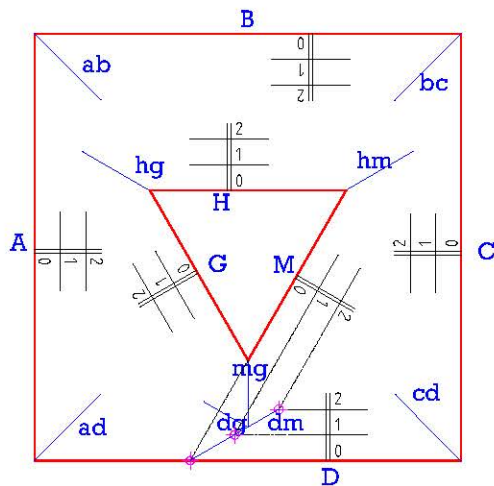
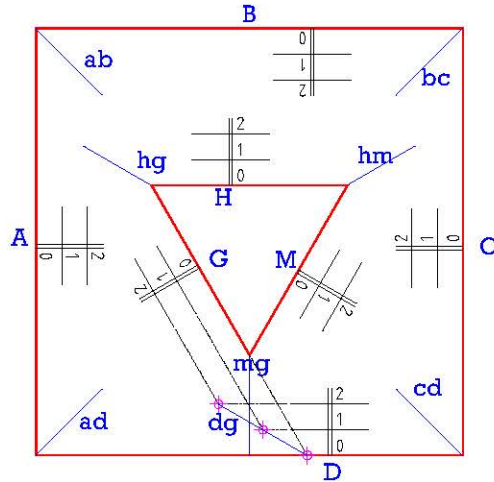
3.- Cálculo del primer nudo.

Llamaremos nudo al punto de encuentro de al menos tres rectas de intersección. Tiene además la característica de que colocadas todas las letras de las rectas que lo forman, cualquiera de ellas estará duplicada.

Resolvemos el primer nudo, para ello prolongaremos la intersección de plano **gm** hasta el plano **D**. Como un segmento de cubierta no puede tener un extremo en un alero, sabemos que antes habrá un nudo; este tendrá al menos tres segmentos, uno ya lo tenemos **gm**, los otros serán la combinación del plano **D** con cada una de las letras del

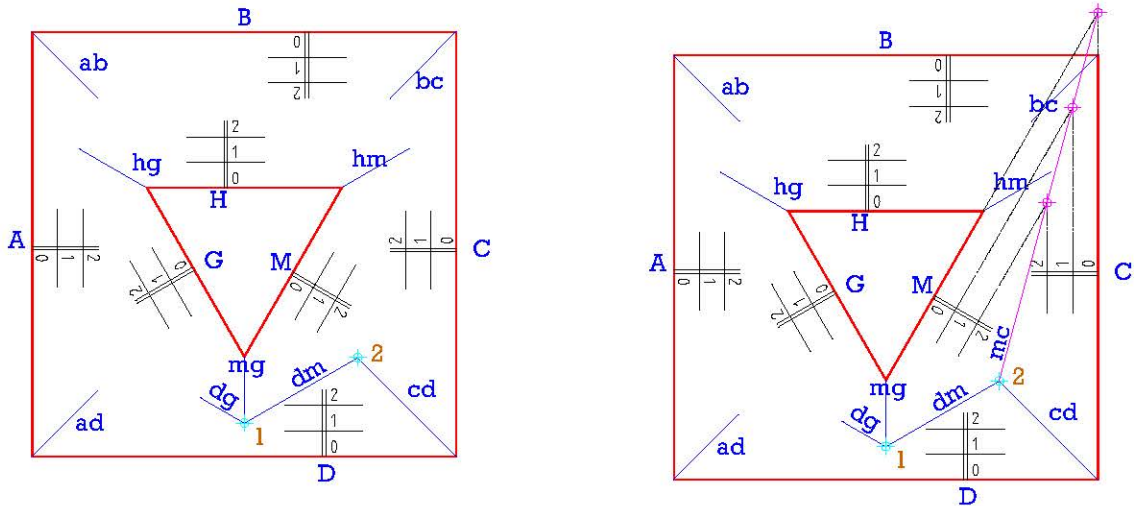
segmento **gm**, dando lugar a dos segmentos de intersección el **gd** y la **dm** que definirán dicho nudo de intersección.

Así dicho nudo (1) estará formado por los segmentos **gd gm dm** Comprobándose que las letras de un nudo son pareadas.

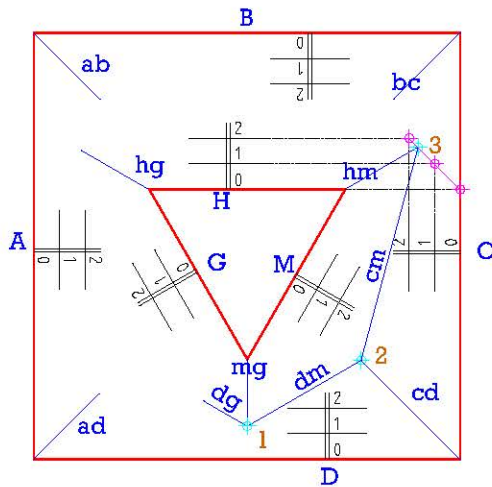


4.- Cálculo de los restantes nudos.

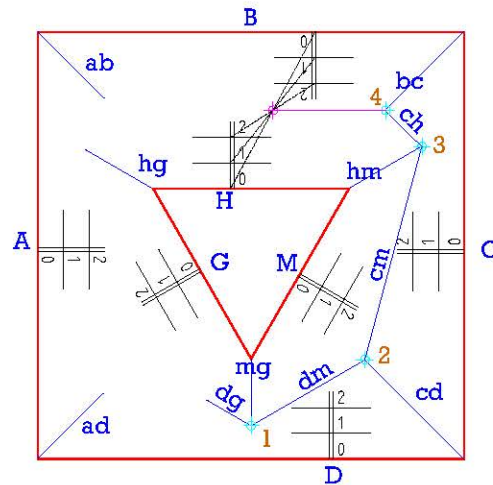
4.1.- **Cálculo del siguiente nudo**, nudo 2: se obtiene de prolongar un segmento inacabado (a escoger **gd** o **md**) por ejemplo prolongamos **dm** hasta que proongandolo interseca con otro segmento de intersección, en este caso **cd**. Para obtener un nudo todas las letras tienen que estar pareadas, así que si tenemos **dm** y **cd** falta **mc** para completar las letras pareadas y por tanto el nudo 2



4.2.- **Cálculo del siguiente nudo**, nudo 3: continuamos por *mc* (siempre con el último segmento calculado), segmento inacabado (pues es el único segmento al que le falta uno de sus extremos), lo prolongamos hasta que corta a otro segmento *hm*. Siguiendo el razonamiento anterior ya hay segmentos denominados *hm* y *cm* faltaría *ch* para que todas las letras estén pareadas y completar el nudo.

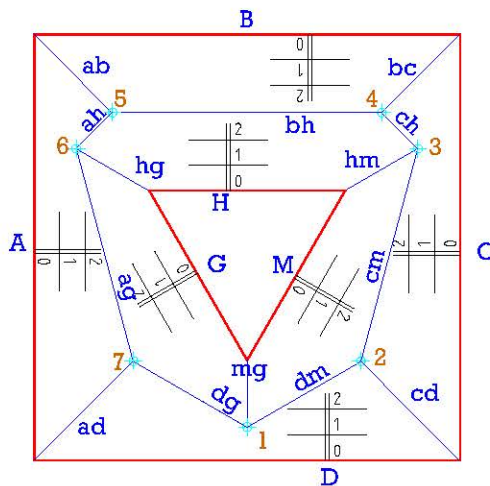


4.3.- **Cálculo del siguiente nudo**, nudo 4: continuamos por *ch*, segmento inacabado hasta que corta a otro segmento *hm*. Siguiendo en razonamiento anterior ya hay segmentos denominados *hm* y *cm* faltaría *ch* para completar el nudo.



4.4.- **Cálculo del siguiente nudo**, nudo 5: continuamos por **bh**, segmento inacabado hasta que corta a otro segmento **ab**. Siguiendo en razonamiento anterior ya hay segmentos denominados **ab** y **bh** faltaría **ah** para completar el nudo.

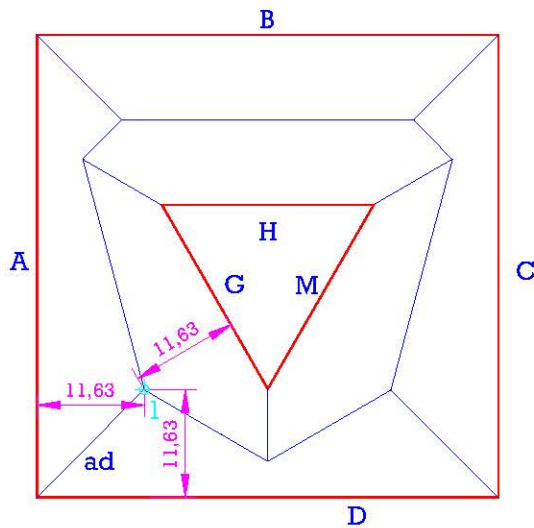
4.5.- **Cálculo del siguiente nudo**, nudo 6: continuamos por **ah**, segmento inacabado hasta que corta a otro segmento **hg**. Siguiendo en razonamiento anterior ya hay segmentos denominados **ah** y **hg** faltaría **ag** para completar el nudo.



4.6.- **Cálculo del siguiente nudo**, nudo 7: continuamos por **ag**, segmento inacabado hasta que corta a otro segmento **ad**. Siguiendo en razonamiento anterior ya hay segmentos denominados **ag** y **ad** faltaría **dg** para completar el nudo. Pero como **dg** lo teníamos calculado, hemos concluido el calculo de los nudos. La cubierta, en este caso

también esta acabada, para cualquier otra, bastaría con comprobar que no hay ningún segmento inacabado.

5.- Cálculo de las cotas de los nudos.



La cota del nudo 1 es: $Cota\ 1 = \text{Distancia del nudo 1} \times \text{Pendiente del plano D}$

Para que una cubierta, este gráficamente resuelta, hay que calcular todas las cotas de sus nudos. Así como un nudo es un punto producido por al menos tres rectas de intersección dicho punto también pertenece a cualquiera de los planos que han producido dichas rectas. De esta forma el problema se reduce a calcular la cota de un punto que pertenece a un plano

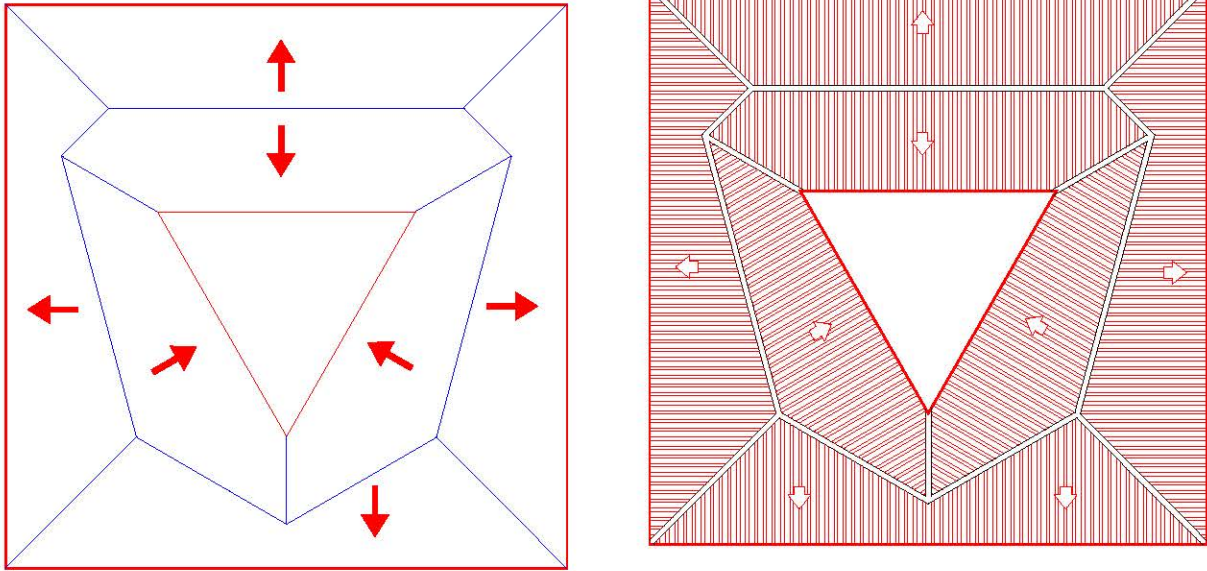
$$Cota = \text{Distancia} * \text{pendiente}$$

Así la cota de cualquier nudo diremos que es su distancia a cualquier alero multiplicada por la pendiente del plano de dicho alero. Cuando las distancias son iguales es que las pendientes de los planos de ese nudo también son iguales. Cuando tenemos distintas pendientes, también tendremos (proporcionalmente) distintas distancias.

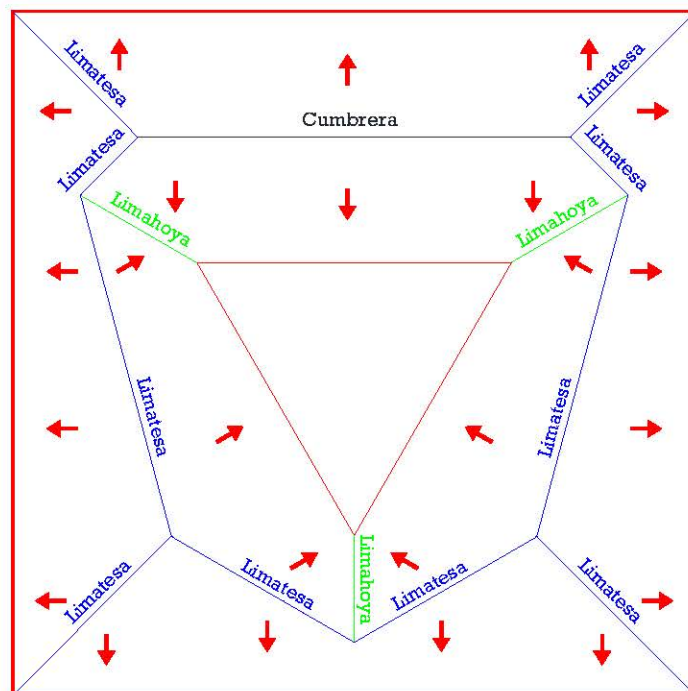
Para nuestro ejemplo, el nudo 7, tendrá una cota producto de su distancia a los aleros de los planos A , D o G. Por tanto si suponemos una pendiente del 30%

$$Cota\ (\text{nudo 7}) = 11.63 * 30/100 = 3.489$$

6.- la cubierta definitiva queda resuelta en la siguiente figura



Daremos nombre a los distintos segmentos:



5-TIPOS DE ENCUENTROS DE CUBIERTAS

El método explicado vale para cualquier cubierta, aunque cambien de forma, posean distintos niveles o sus aleros no sean planos, o sea, con distintas cotas.

Aun así, veremos los distintos tipos de cubiertas mas características.



En un principio, puede parecer que existe una gran dificultad en la resolución gráfica de una Cubierta, al poder adoptar ésta cualquier forma geométrica, pero en realidad no es así, ya que los tipos de encuentros de Cubiertas pueden resumirse en dos, los llamados *Cubierta en L* y *Cubierta en T*, mediante los cuales vamos a poder solucionar todas las encuentros que nos encontremos. Veamos un ejemplo de Cubierta

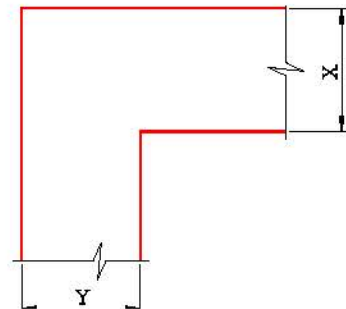
con encuentros en *L* y en *T*:

5.1 CUBIERTAS EN L:

Este tipo de encuentros se caracteriza principalmente por la unión en esquina de dos paramentos, de anchura x e y .

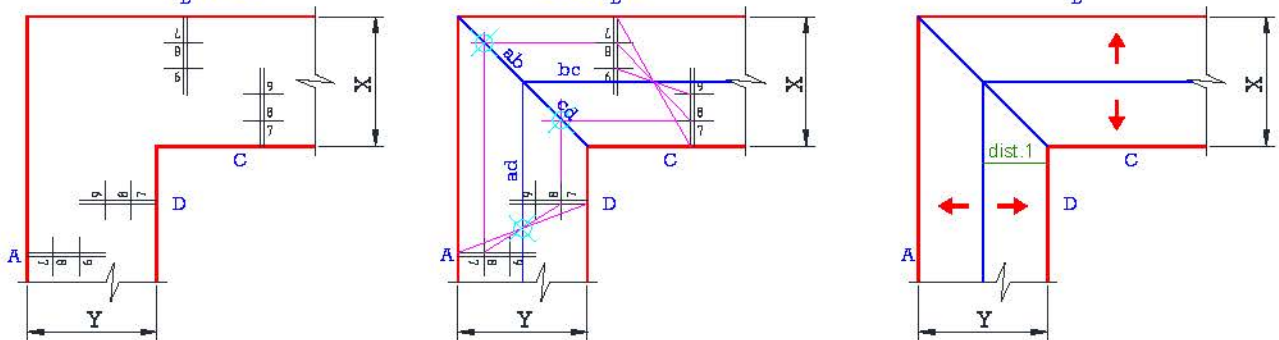
Siguiendo los pasos, antes explicados. Dibujamos un plano por alero, donde se pueda verte aguas, nombrándolo cada uno de los planos con letra Mayúscula.

Dependiendo de los valores x e y , esto es, si $x = y$, o si $x < y$, la solución final va a ser diferente, con lo que vamos a analizar cada caso:



a. Cuando $x = y$

Dibujamos la intersección de cada uno de los planos con el contiguo, los cuales se cortan en un nudo (formado por cuatro segmentos, ab , bc , ad y dc). Obtenemos dos limatesas (ab y dc) y dos cumbresas (ad y bc).

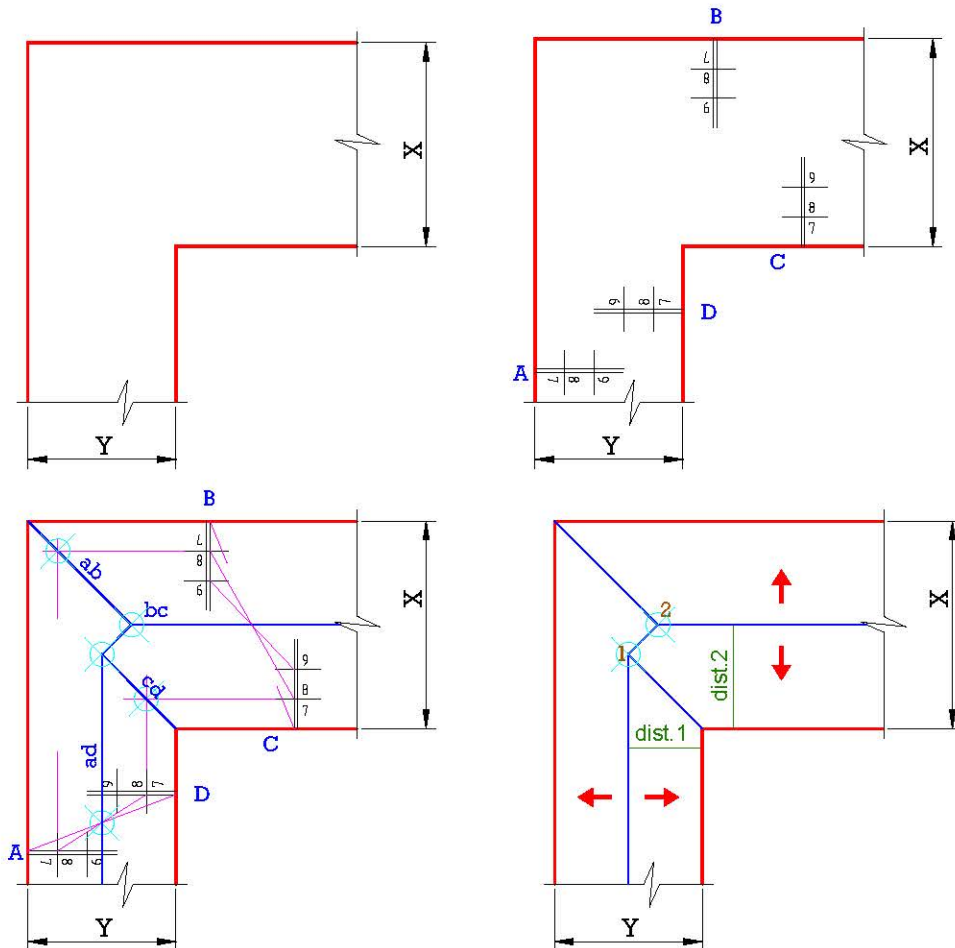


b. Cuando x es distinto de y

Empezando indistintamente por cualquiera de los extremos, por ejemplo por el de menos anchura, hacemos la intersección de los planos paralelos A y D, y a su vez de los perpendiculares C y D. Se obtienen los segmentos ad , y dc respectivamente, las cuales se cortan en un punto. Repitiendo el proceso por el lado de mayor anchura, conseguimos otro punto de corte, entre los segmentos bc y ab .

Uniéndolos los puntos de corte, obtenemos el segmento ac . Se puede comprobar haciendo en cálculo de los nudos.

Obtenemos dos cumbres (ad y bc), una limatesa (ab) y una limahoya (dc). En este caso, los nudos los forman tres segmentos concurrentes, estando unidos por una limatesa (ac), ya que une dos nudos de diferente cota.



La cota del nudo 1 es:

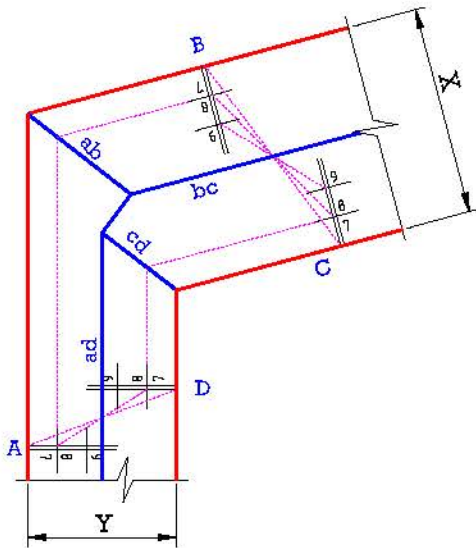
Cota 1 = dist. 1 x Pte.

La cota del nudo 2 es:

Cota 2 = dist. 2 x Pte



5.2 ENCUENTROS NO PERPENDICULARES EN L:

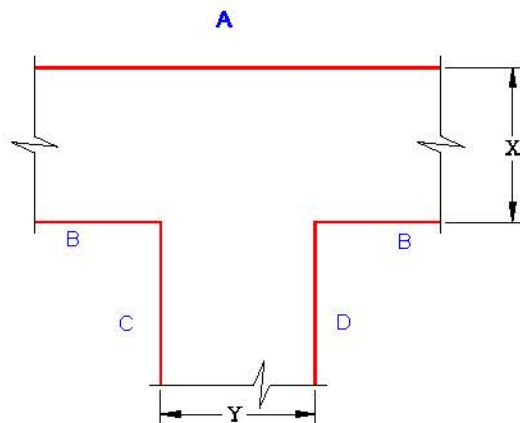


Para facilitar la explicación de la resolución de los encuentros de las Cubiertas en L se ha hecho mediante un encuentro perpendicular. Sin embargo para encuentros no perpendiculares es lo mismo, como vemos a continuación:

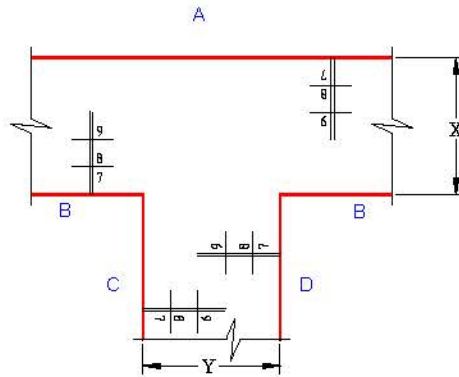
5.3 CUBIERTAS EN T:

Dos trozos se van a unir, siendo uno de ellos unido por un lado del otro. Según sean las anchuras de los paramentos, va a haber tres posibles encuentros.

Cuando $x = y$

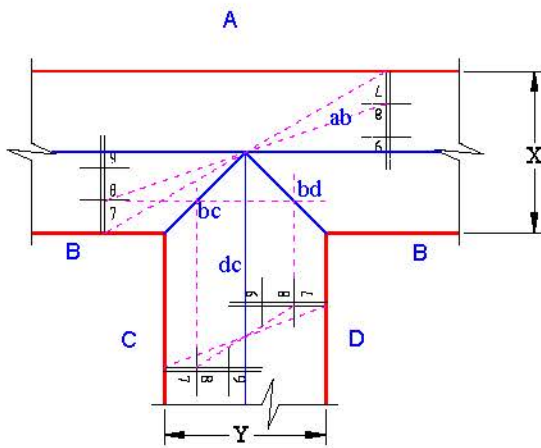


Marcamos los planos con letras mayúsculas, representados por su recta de máxima pendiente. Es una sencilla solución, porque todas las intersecciones de los planos concurren en un punto único.



Los encuentros finales son dos cumbres (*ab* y *dc*) y dos limatesas (*bc* y *bd*).

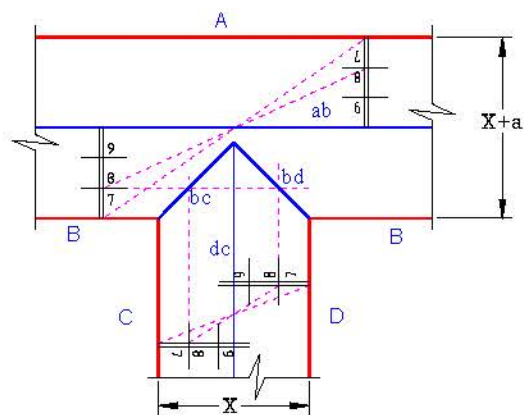
La cota del nudo 1 es: $\text{Cota 1} = \text{dist. 1} \times \text{Pte.}$



Se obtiene el mismo resultado haciendo la operación desde el resto de los planos, ya que éstos equidistan del nudo 1.

Para distintas dimensiones

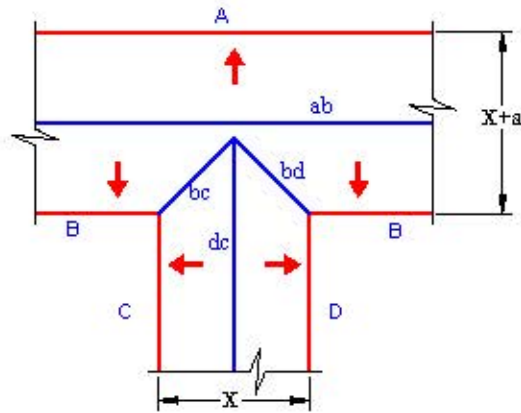
Al igual que en el caso anterior, éste va a resolverse fácilmente. Si hallamos la intersección de los planos *C* y *D* con sus contiguos, las trazas resultantes *bc*, *bd* y



SISTEMA DE RESOLUCIÓN GRÁFICA DE CUBIERTAS

Autores: Nestares Pleguezuelo P., Nieto Álvarez R., Gómez Vargas J. C.

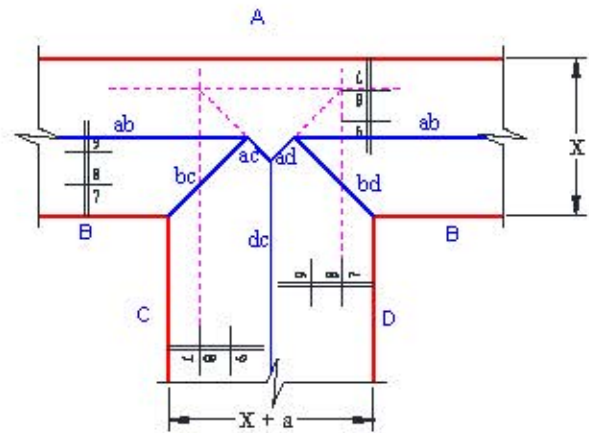
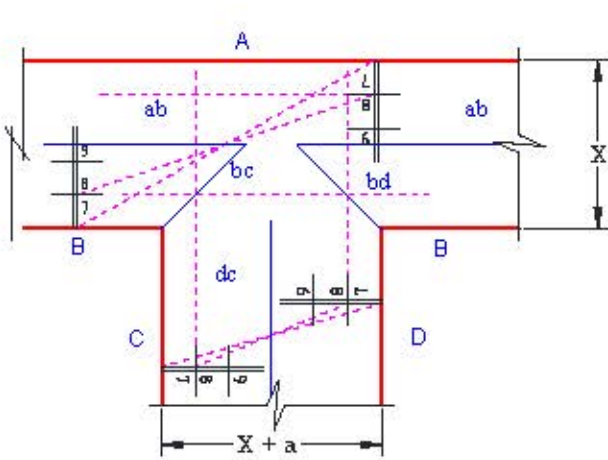
dc se unen en un punto, el cual no llega a cortar a la recta ab .



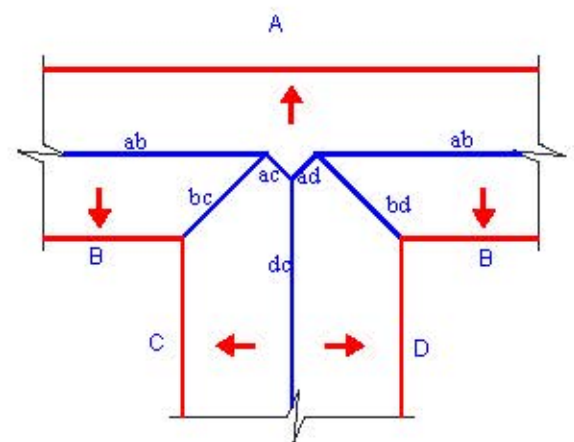
De nuevo obtenemos dos cumbres (ab y dc) y dos limatesas (bc y bd).

Cuando una es más del doble

El primer paso es hallar la intersección de cada plano con el contiguo. De ahí obtenemos las trazas ab y bc , que se cortan en un punto, al igual que las trazas bd y ab .



De la intersección de los planos A y C obtenemos la recta ac , y de A y B, obtenemos ad . Al prolongar estas rectas, se cortan con la traza dc en un punto.

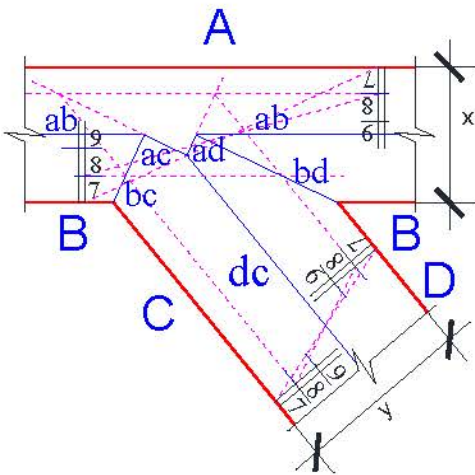


La aparición de nuevos nudos conlleva a que además de las dos limatesas (bc y bd), aparezcan otras dos (ac y ad). Se siguen manteniendo las dos cumbres (ab y dc).



5.4 ENCUENTROS NO PERPENDICULARES EN T:

Con lo explicado hasta ahora, podemos resolver gráficamente este tipo de encuentros, incluso con encuentros no perpendiculares. Sirva el siguiente ejemplo:



6-MEDIANERIAS

En la resolución gráfica de cubiertas, consideramos a la medianería, como aquella zona (alero, parte de alero...) donde no se pueden verter aguas. Para evitar que las aguas evacuen a estas zonas, utilizaremos planos que alejen el vertido a éstas. Estos planos serán los planos medianeros.

Planos Medianeros son aquellos que tienen su recta de máxima pendiente paralela a la medianería y su primera traza tiene la misma cota que el punto con la que comienza la medianería.

En el primer paso de la resolución gráfica de cubiertas (situamos planos, por cada alero del forjado, al que nombramos con una letra mayúscula, con el módulo (según normativa, situación pluviométrica...), en una cubierta con planos medianeros, situaremos a también a estos planos y los trataremos como otro mas.

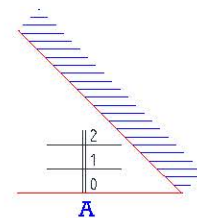
En el segundo paso (calculo de las rectas de intersección de cada plano con los contiguos), tendremos en cuenta, también, a estos planos, así como en los sucesivos pasos de este método. Por tanto, lo importante, cuando hay medianeris, será la correcta asignación de estos planos, ya que el resto sigue siendo lo mismo.

Así, las clasificaciones que hagamos, serán con la idea de saber cuando hay que colocar un plano medianero.

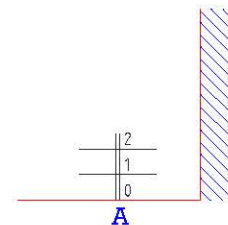
Por tanto la primera clasificación la haremos es por el ángulo que forman un plano de alero con en el plano que produce o no, una medianería.

6-1 CLASIFICACIÓN SEGÚN ÁNGULO

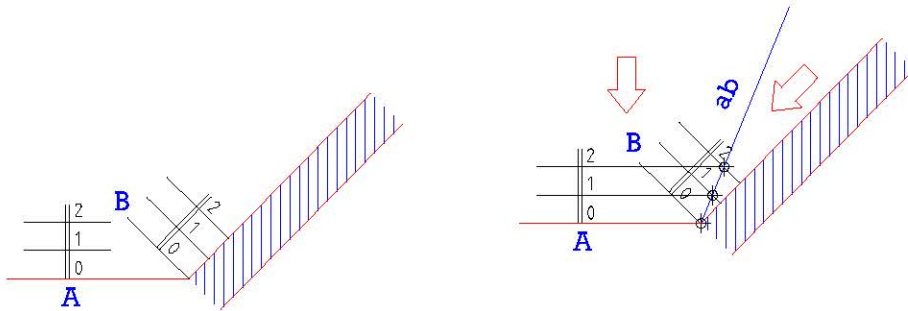
- $< 90^\circ$ → No será necesario un plano medianero ya que el plano A evacua las aguas lejos de la medianería



- 90° → Si dibujáramos el plano medianero, este coincidiría con el plano A, por tanto tampoco será necesario la colocación del plano medianero.



- $90^\circ < \alpha < 180^\circ \rightarrow$ El plano **A** vertería agua sobre la medianería; por tanto será necesario plano medianero **B**. Por tanto tendremos que hallar **ab**.



$\alpha = 180 \rightarrow$ Necesitaremos como en el caso anterior un plano medianero **B**.



- $180^\circ < \alpha < 270^\circ \rightarrow$ En principio situaremos el plano **B** medianero, resolvemos así, como en el resto de los casos. Esta solución no es la mas correcta, la solución que considero adecuada la veremos tras la explicación del siguiente caso.

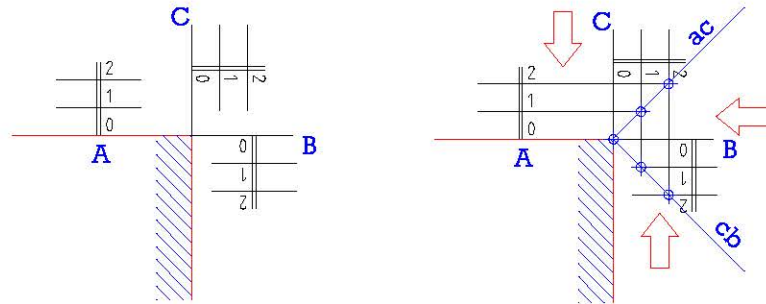


Si sólo dibujáramos el plano medianero, como éste es el opuesto al plano del alero no tiene solución.

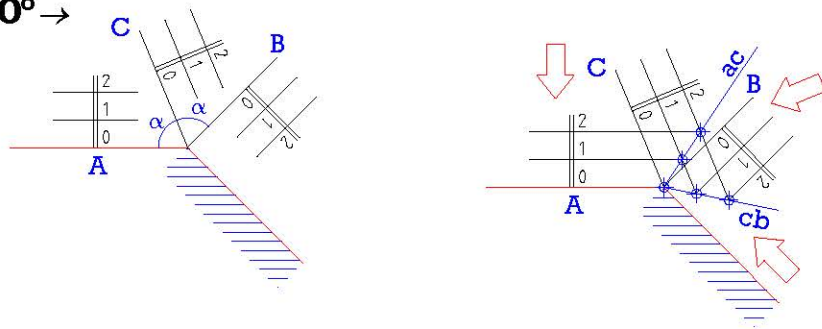


Pero como vimos en el caso anterior cuando $\alpha > 180^\circ$ utilizaremos un plano medianero intermedio, cuya recta de máxima pendiente, este en la bisectriz del ángulo de la medianería respecto al alero. Lo que es o mismo, dibujamos un nuevo plano medianero, en la bisectriz de los existentes. Así tendremos:

- $\alpha = 270^\circ \rightarrow$



- $180^\circ < \alpha < 270^\circ \rightarrow$

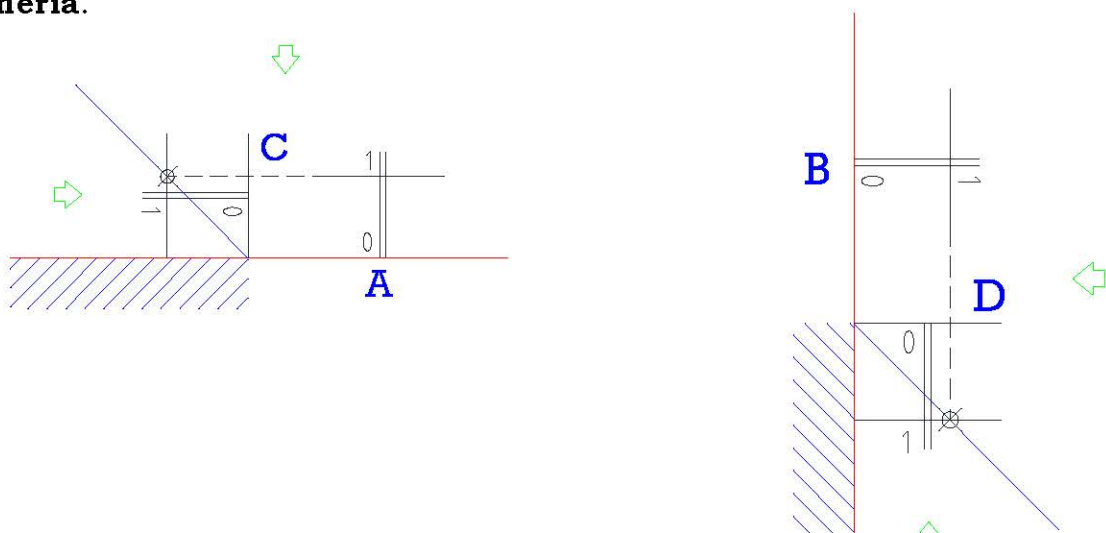


Esta solución si la consideramos más correcta y la única que soluciona el caso de que el alero y la medianería formen 270 grados.

6.2 MEDIANERÍAS EN ESQUINAS

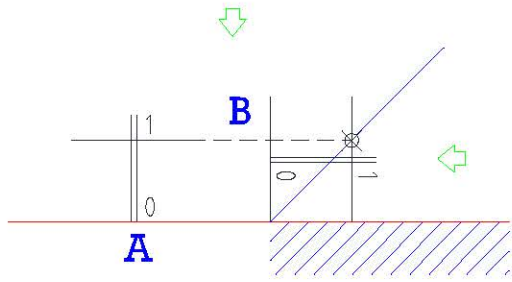
Cuando dos medianerías coinciden en una esquina, independientemente del ángulo que forme esta, el proceso es igual que lo explicado hasta ahora.

Solo hay que tener en cuenta que el **segmento**, de existir, producto de la intersección entre los dos planos medianeros, va siempre de un **nudo a la medianería**.

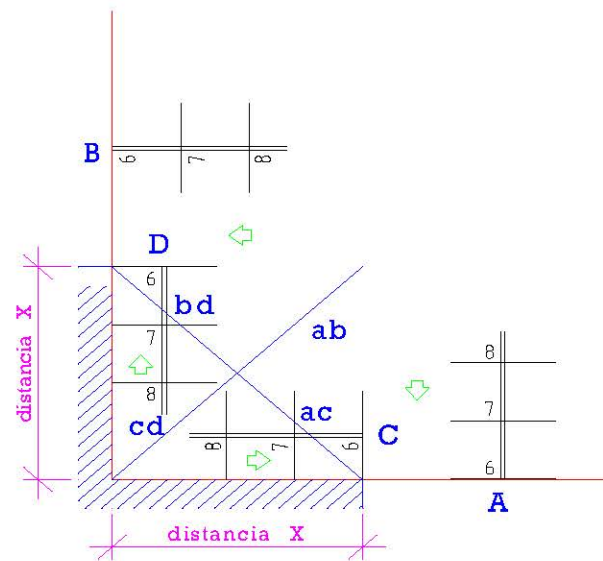
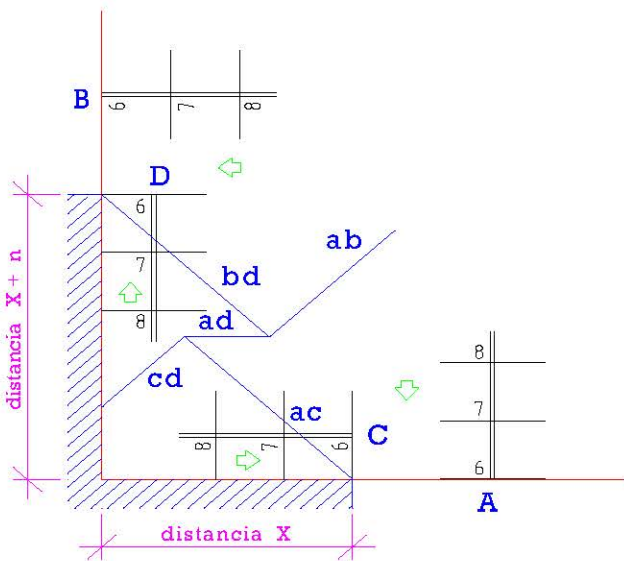
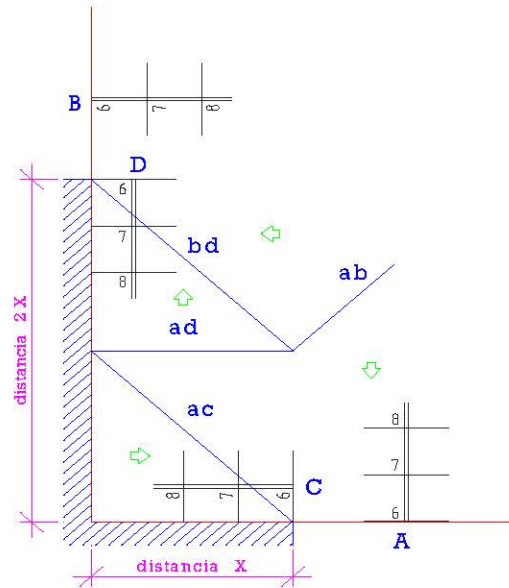
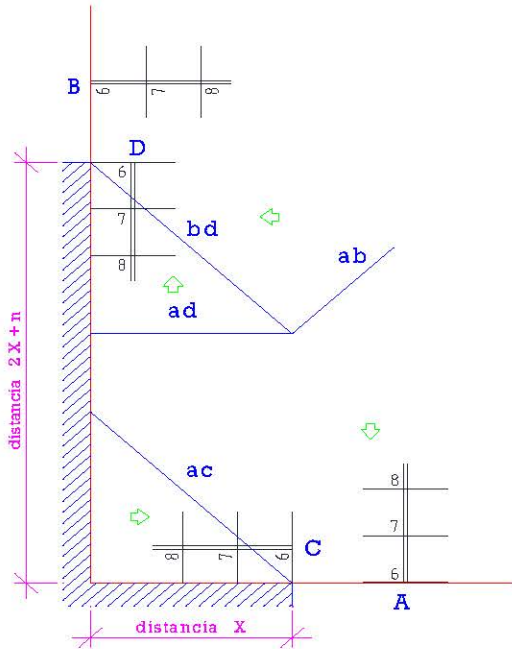


SISTEMA DE RESOLUCIÓN GRÁFICA DE CUBIERTAS

Autores: Nestares Pleguezuelo P., Nieto Álvarez R., Gómez Vargas J. C.



Así cuando la medianería se encuentra haciendo esquina, sea el ángulo que sea,





7. CUBIERTAS DE DISTINTA ALTURA

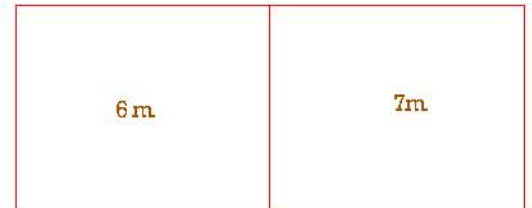
Cuando una cubierta está formada con, al menos, dos planos horizontales de distinta cota, decimos que tenemos una cubierta a distinta altura o de distintos niveles de partida.

Este tipo de cubiertas se resuelven por el método general de las cubiertas de un solo nivel, aunque debemos seguir las siguientes pautas para resolverlas.

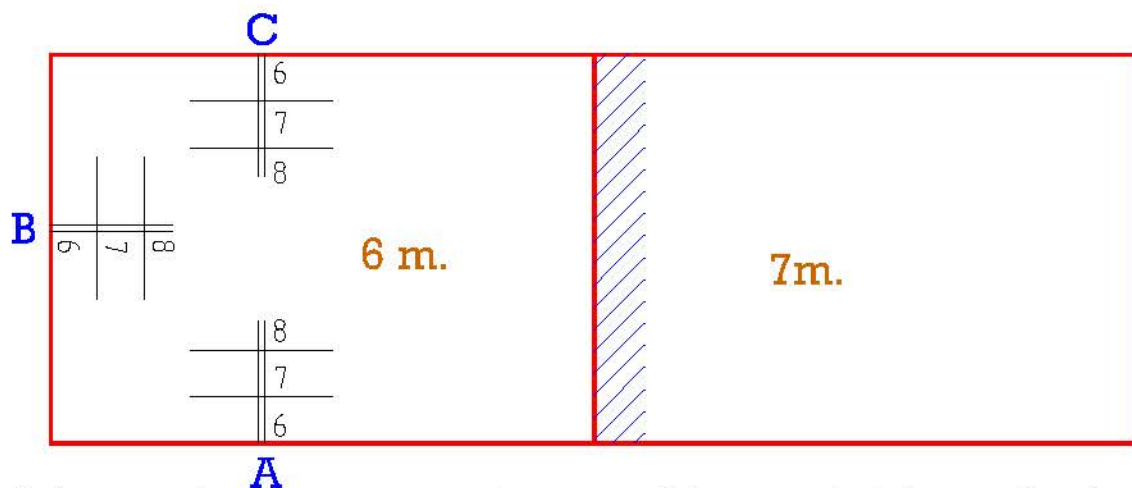
- 1.-Dividimos la resolución de la cubierta en niveles.
- 2.-Comenzamos desde el nivel inferior hasta el superior, siempre por este orden.
- 3.-Para el nivel inferior, la cubierta de nivel superior será una medianería,
- 4.- La cubierta de nivel superior si puede verter aguas y por tanto, podemos situar planos con trazas en la linde que la separa del nivel inferior.
- 5.- Hemos de tener en cuenta si la cubierta del nivel inferior afecta, o no, a la de nivel superior. O dicho de otro modo, que cuando resolvamos la cubierta de nivel superior hemos de tener en cuenta si le afecta la del nivel inferior.

Esto lo mostraremos mediante ejemplos:

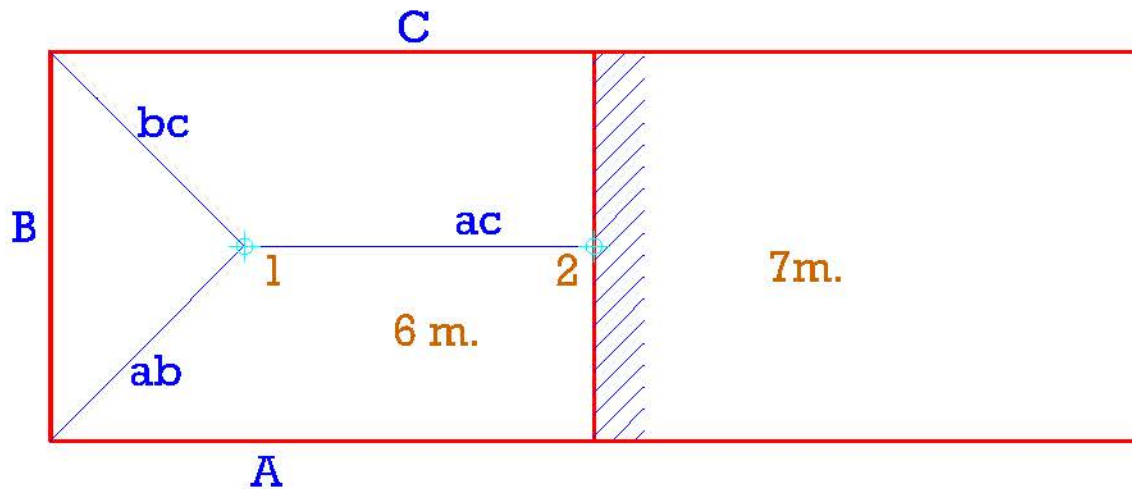
Primer caso: Cubierta con dos niveles.



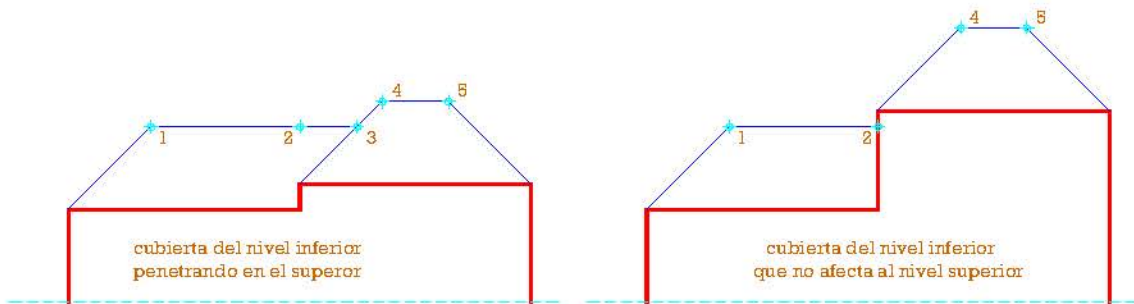
Calculamos el nivel inferior, considerando como una medianería su linde con el nivel superior.



Colocamos los planos como siempre y obtenemos la intersección de cada plano con el contiguo.



Obtenemos los nudos y cuando calculamos sus cotas, dedicaremos especial atención a aquellos que lindan con el nivel superior (2). Cuando los nudos tienen una cota inferior a la diferencia de nivel, la cubierta del nivel inferior no afecta a la de nivel superior y hemos acabado con el cálculo de la inferior. Continuamos con el cálculo gráfico de la cubierta del nivel superior.

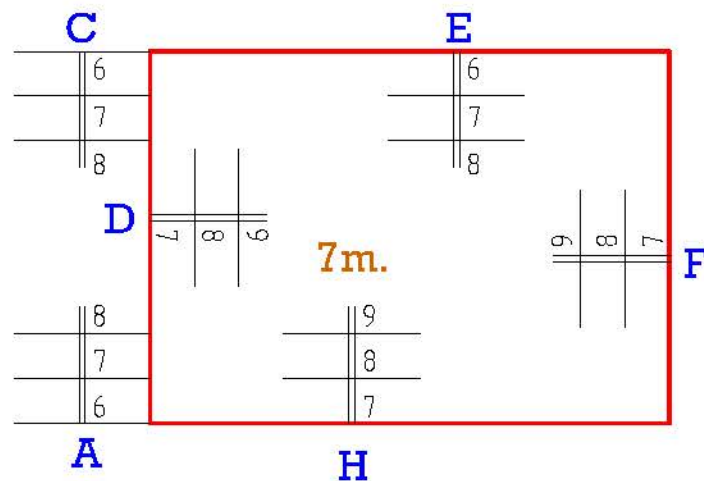


Cuando la cota del nudo (2) sea superior a la diferencia de altura entre las superficies a techar, como ocurre en la siguiente figura, la cubierta del nivel inferior afecta a la del nivel superior.

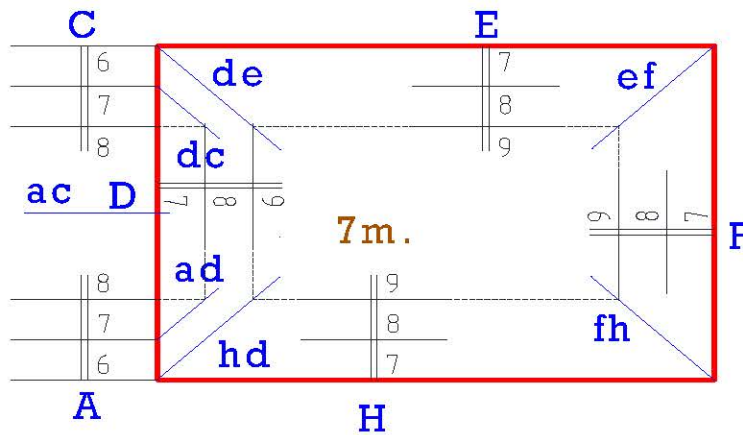




Por tanto cuando calculamos la cubierta superior, tenemos en cuenta los planos que forman parte de la intersección que penetra en este nivel (en este caso, al penetrar el segmento **ac** en el recinto superior, hemos de considerar los planos **A** y **C**). El nivel superior lo resolvemos de acuerdo con la siguiente figura:

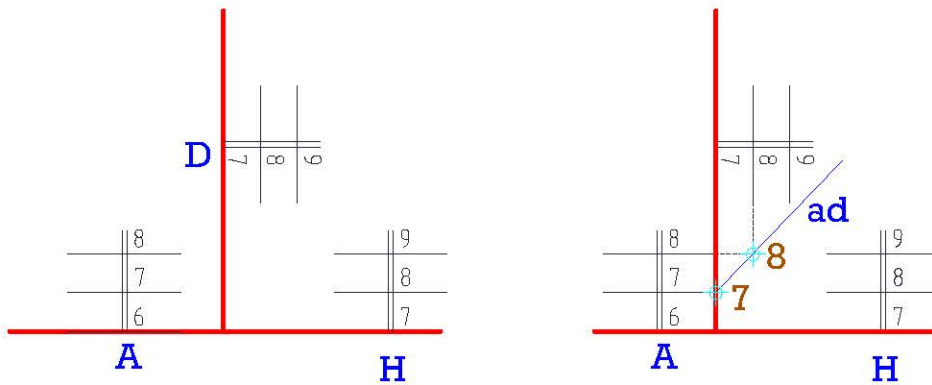


A continuación determinamos la intersección de cada plano con el contiguo. Si partimos del plano **F** y vamos en el sentido de las agujas del reloj, el plano contiguo es el **H**, por tanto tenemos que hallar el segmento de intersección entre ellos **fh**. Siguiendo el proceso, el contiguo de **H es D** (nunca el **A**) por tanto hallamos el segmento de intersección **hd**. El contiguo al **D** es el **A**, obtenemos ahora el **da**. Seguimos ahora por el **A**, el contiguo de **A** es el **C**, así calculamos **ac** (que ya lo teníamos), el contiguo de **C** es **D**, por tanto seguimos el proceso hallando **cd**, el contiguo de **D** es **E** por tanto dibujamos **ed**, el siguiente y último es el contiguo de **E** que es **F**, por lo que también dibujaremos **ef**, y como hemos vuelto a **F** consideramos finalizado el proceso, queda como sigue.

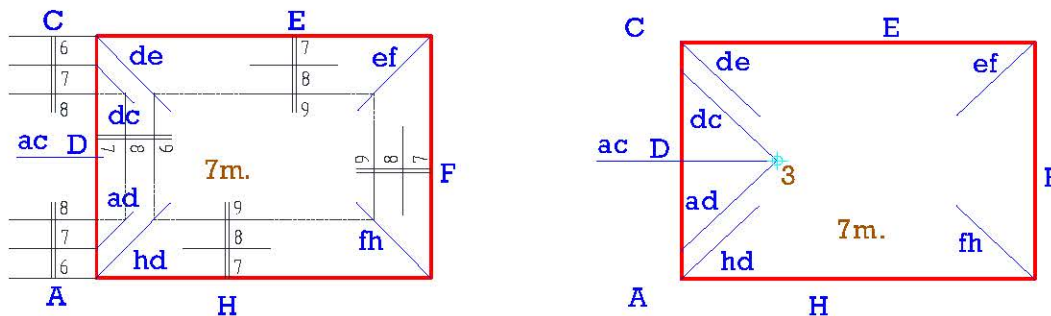


Entre los casos que se plantean y que es necesario destacar, está aquel en el que coinciden en punto, la intersección de las trazas de planos a distinta cota. Se muestra en el siguiente gráfico.

Para la correcta resolución seguimos el orden H_D_A. y recordar que la intersección se obtiene al unir los puntos de intersección de las trazas de igual cota, (**ad**) y que la intersección nace en el punto de intersección más bajo, cota 7, de la misma forma el punto de cota 8, y por tanto la intersección será el segmento resultante de unir esos dos puntos, o sea **ad**, Por tanto la cubierta quedará como sigue:

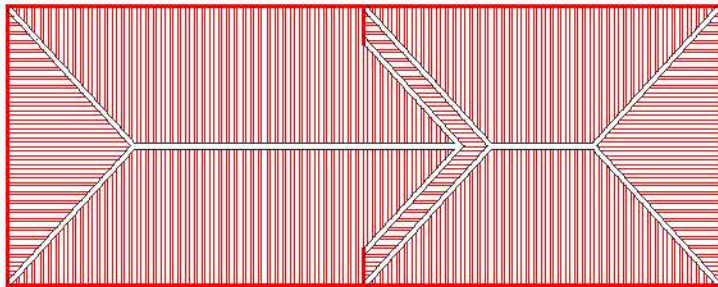
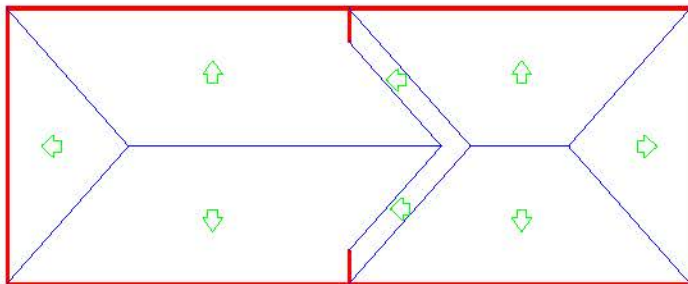
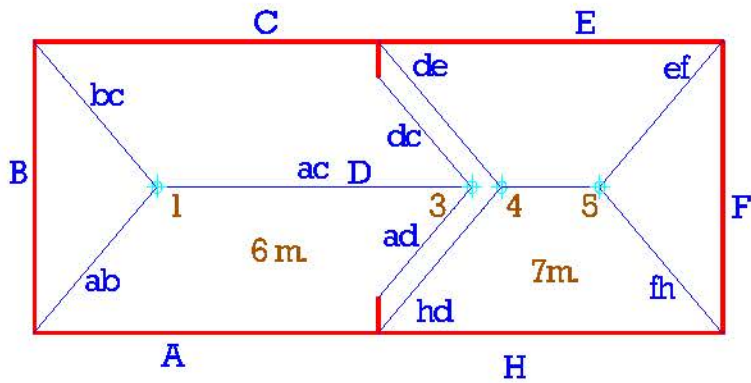


Si continuamos con el proceso explicado, obtenemos el nudo 3.

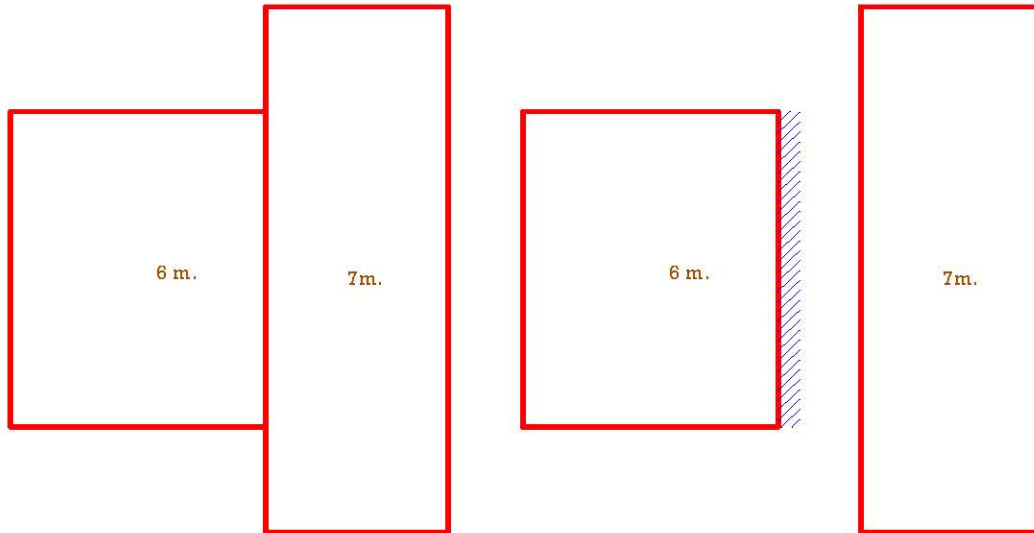


Al haber cerrado este nudo, tenemos que buscar uno nuevo para terminar la cubierta.

De esta forma y acabada la cubierta, queda como sigue:



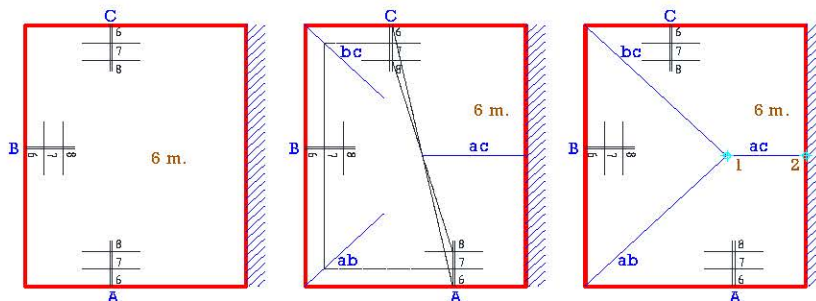
Segundo caso:



La resolución, como siempre, se hace independientemente con cada uno de los niveles y luego la interrelación entre ellos.

Resolvemos el nivel de cota 6.

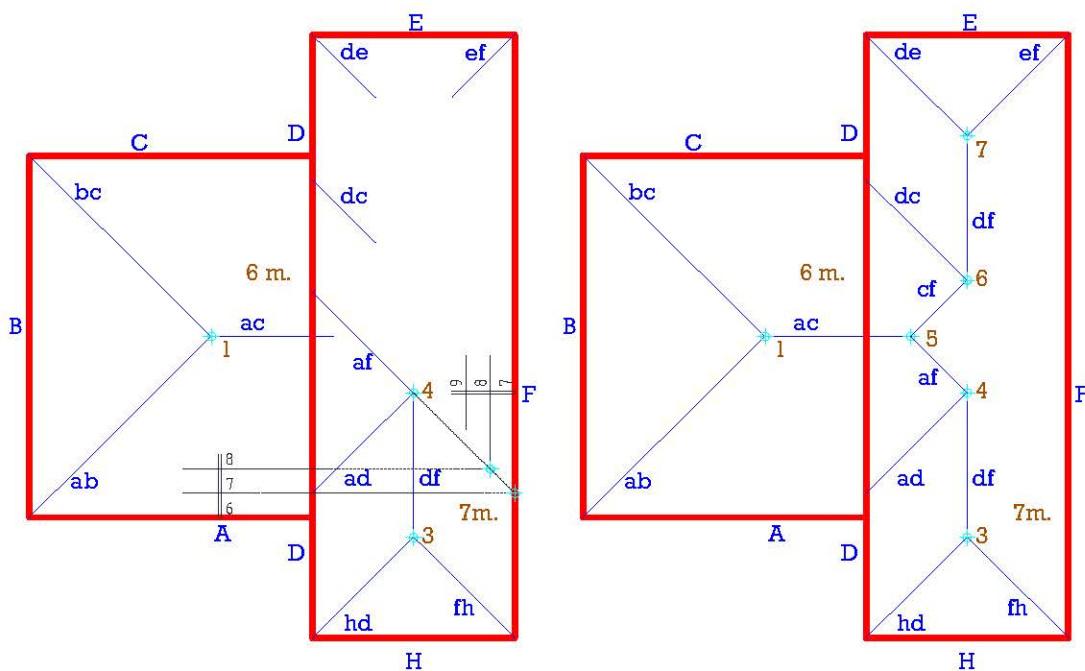
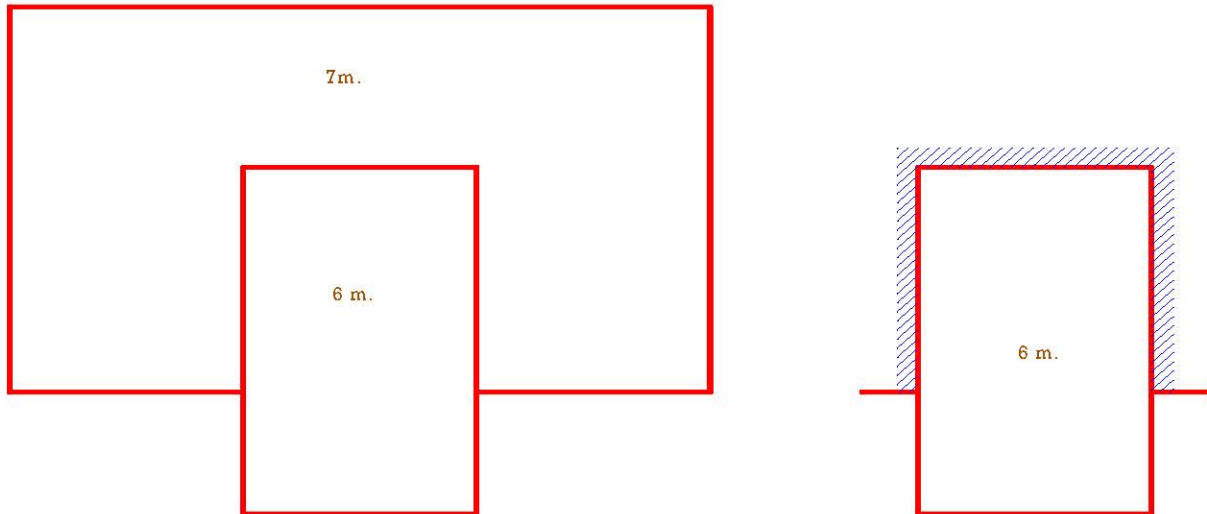
Hallamos la cota del nudo **2**, para ver si es superior a 7 y afecta a la cubierta superior. En nuestro caso es así y por tanto cuando calculemos los planos del nivel 7, hemos de tener en cuenta los planos **A** y **C**.



Procedemos a determinar los segmentos de intersección contiguos, la cota del primer nudo (**3**), y la de los siguientes nudos (**4**).

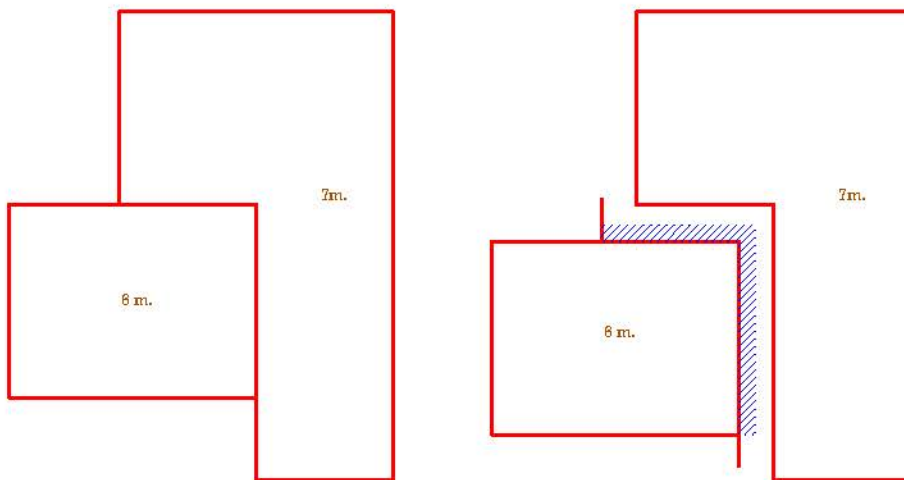
Pero en esta cubierta, a diferencia del caso anterior, los segmentos de intersección del nivel superior se unen a los obtenidos para el nivel inferior (**nudo 5**).

Esta cubierta, aunque de distintos niveles, funciona como una de las formas que vimos en el capítulo anterior, en forma de **T**. La cubierta terminada es la siguiente:

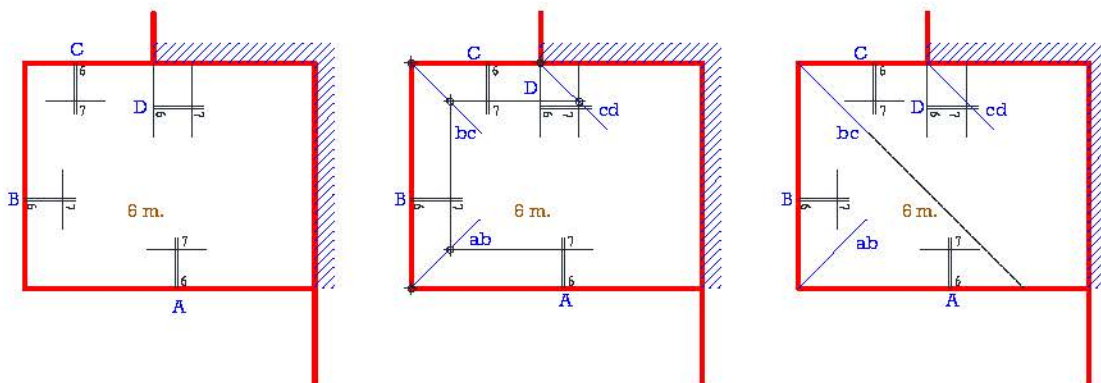




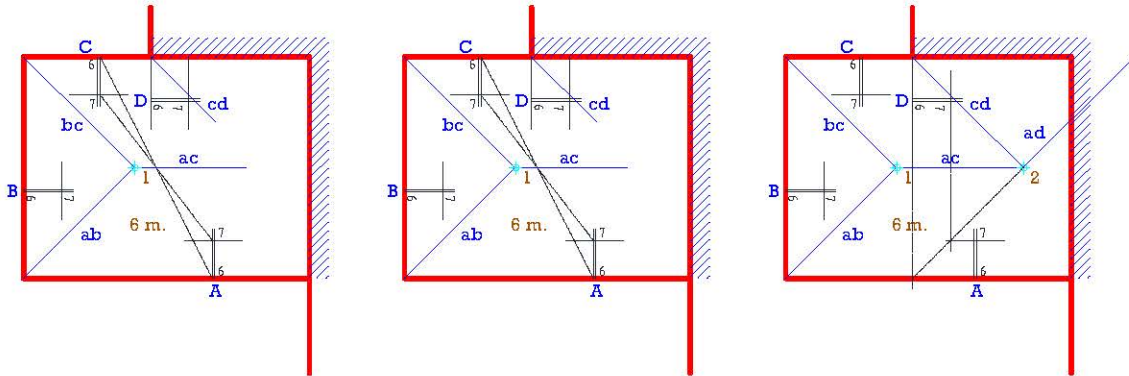
Tercer caso:



Comenzamos resolviendo el nivel inferior y vamos subiendo de nivel. Para ello, la linde con el nivel superior se considera medianería para el nivel inferior. Resolvemos por tanto este ejemplo:



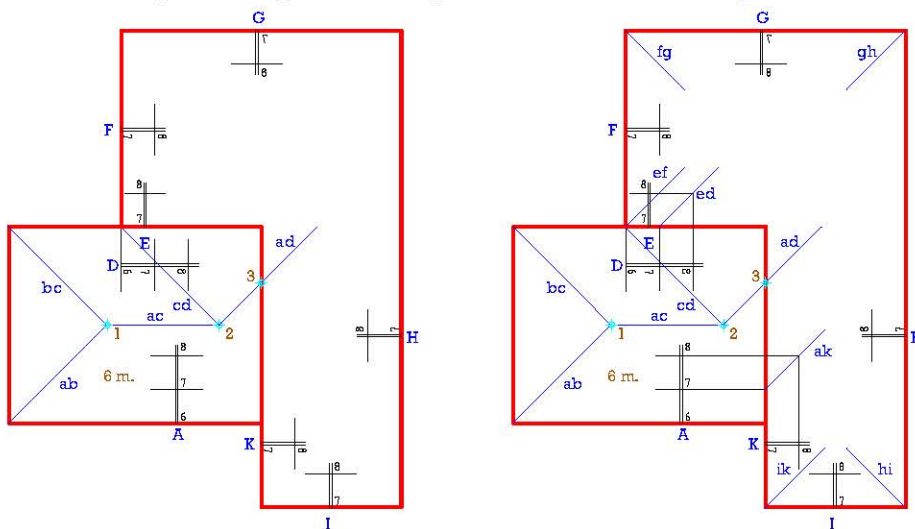
- 1.- Colocación de Planos, incluidos los medianeros (**D**).
- 2.- Cálculo de la intersección de cada plano con los contiguos.(segmentos **ab**, **bc** y **cd**)
- 3.- Cálculo del primer nudo.(Prolongamos **bc** en dirección a la traza **A**, por lo que el primer nudo estará compuesto por los segmentos **ab-bc-ac**)



- 4.- Cálculo de los restantes nudos. (Una vez calculado el primer nudo **1**, vemos que el único segmento sin cerrar es el **ac**, lo prolongamos hasta su intersección con **cd**, por tanto el siguiente nudo lo forman **ac-cd** y el segmento compuesto por las letras no duplicadas, o sea **ad**. Nudo **2**.

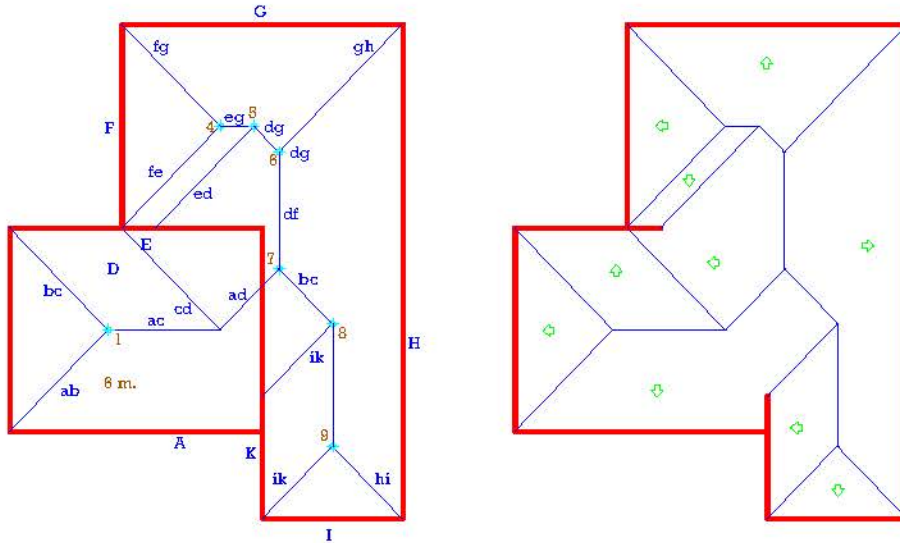
- 5.- El segmento **ad** como va hacia la medianería provocada por el cambio de niveles, hay que calcular su cota en dicha intersección, para ver si este segmento(y la cubierta) influye en el resultado gráfico de la cubierta del nivel superior; nudo **3**.

- 6.- Vemos que el segmento **ad** penetra en el nivel superior.

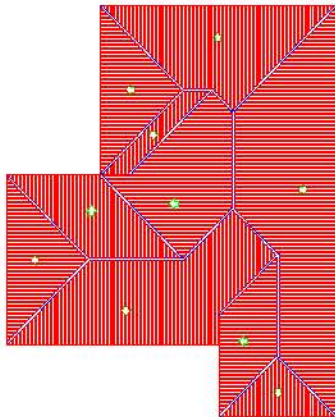


Continuamos con la cubierta del nivel superior teniendo en cuenta el segmento **ad**.

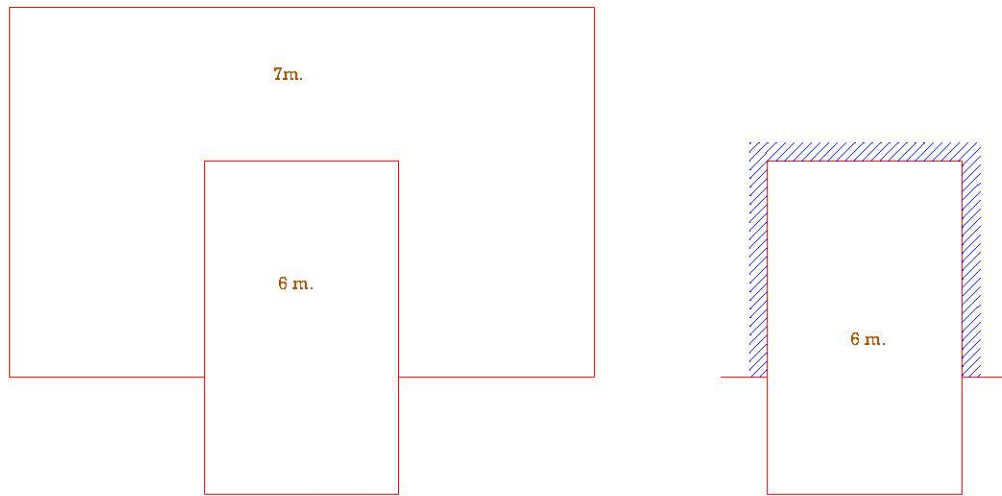
7.- Colocación de planos. (Al tener en cuenta el segmento **ad**, los planos de los que procede esta intersección también intervienen, por tanto además de los que existen **E, F, G, H, I** y **K**, tendremos en cuenta a **A** y **D**).



8.- Cálculo de la intersección de cada plano con el contiguo. (**ed, fg, ef, fg, gh, hi, ik, ak**, y por supuesto **ad**).



Cuarto caso:



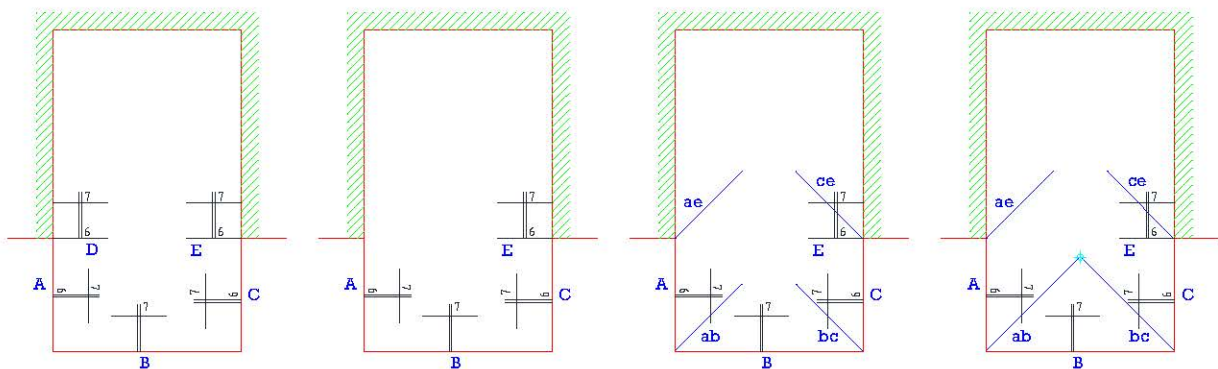
Comenzamos, como en los casos anteriores, resolviendo el nivel inferior y vamos subiendo de nivel. Para ello, la linde con el nivel superior se considera medianería para el nivel inferior. Resolvemos por tanto, con el mismo orden que siempre, así:

1.- Colocación de Planos, incluidos los medianeros **D** y **E**.

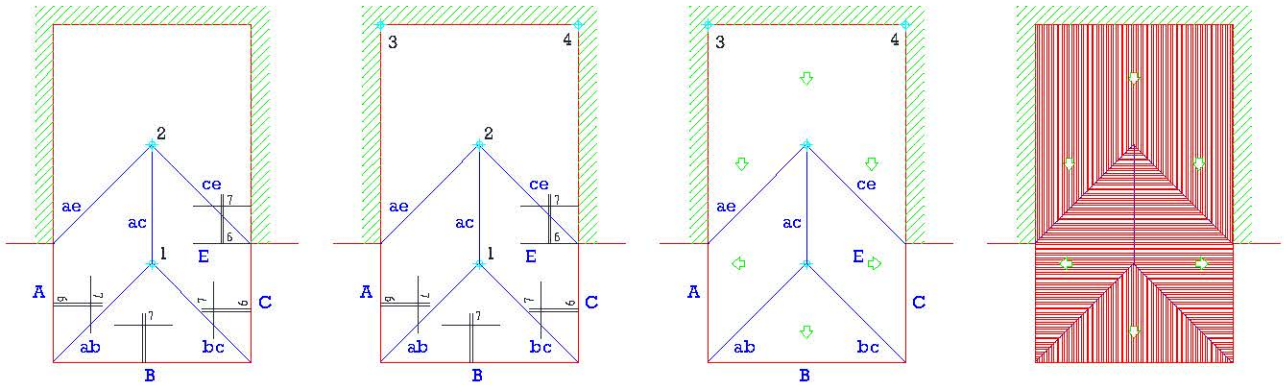
- Como los planos **D** y **E**, son el verdad el mismo, suprimimos uno de estos planos y su letra, en este caso el **D**.

2.- Cálculo de la intersección de cada plano con los contiguos.(segmentos **ae**, **ab**, **bc** y **ce**)

3.- Cálculo del primer nudo. (Prolongamos **bc** en dirección a la traza de **A**, por lo que el primer nudo estará compuesto por los segmentos **ab-bc-ac**).



4.- Cálculo de los restantes nudos. Una vez calculado el primer nudo **1** → **ab - bc - ac**, vemos que el único segmento sin cerrar es el **ac**, lo prolongamos hasta su intersección con **ce**, por tanto el siguiente nudo **2** lo forman **ac - ce - ae**.

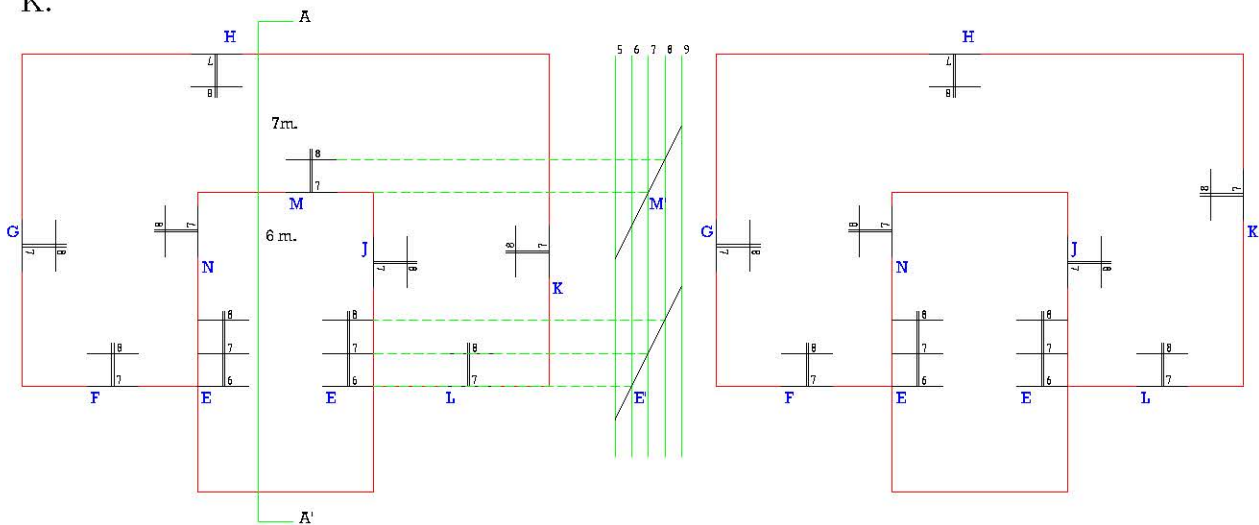


5.- El plano **E** no está cerrado por segmentos de intersección y/o aleros, y como va hacia la medianería provocada por el cambio de niveles, hay que calcular su cota en todos sus vértices, para este caso en el **3** y **4**, para ver si este plano (y la cubierta) influye en el resultado gráfico de la cubierta del nivel superior.

Cota de 3 = distancia del punto a su plano x pendiente

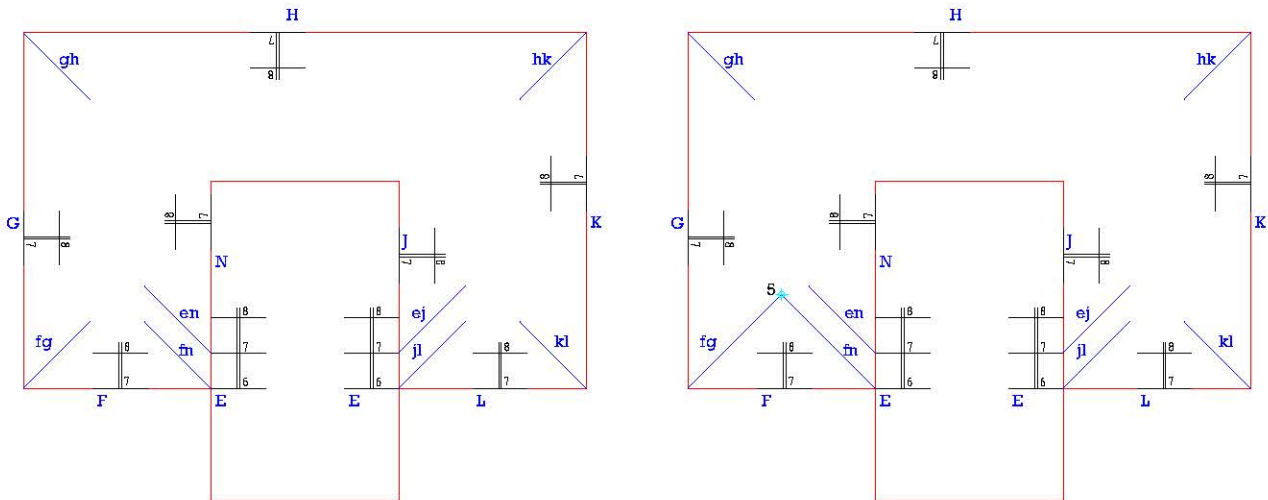
6.- Vemos, por la cota de los puntos **3**, que es la misma que el **4**, que **E** penetra en el nivel superior.

7.- Colocación de planos. (Al tener en cuenta el plano **E**, desaparece el plano que estaría por debajo de él (en este caso el **M**), así tendremos F, G, H, I y K.

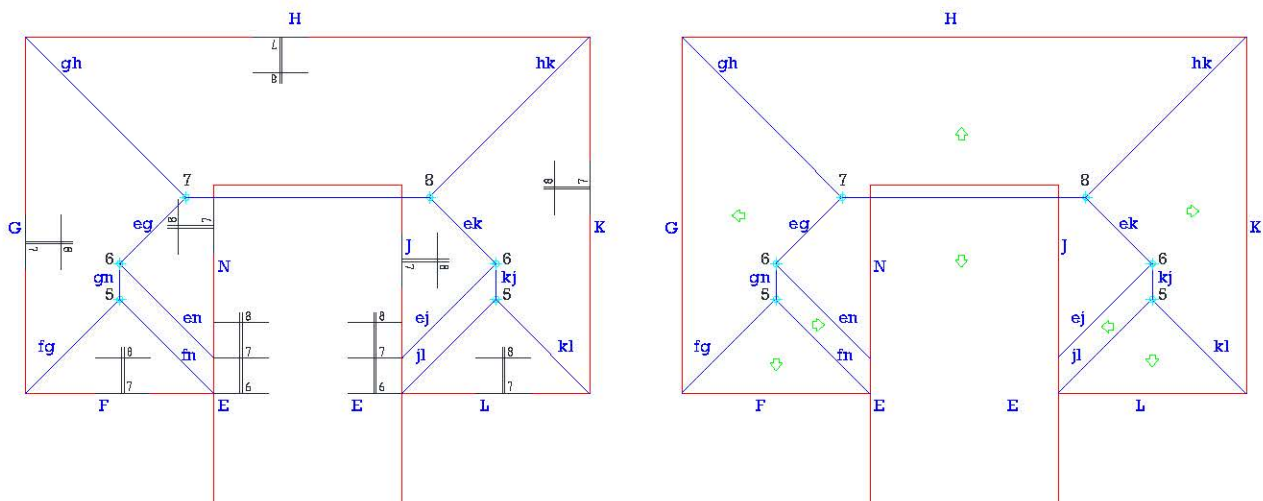


8.- Calculamos ahora las intersecciones, con el mismo sistema que hasta ahora.

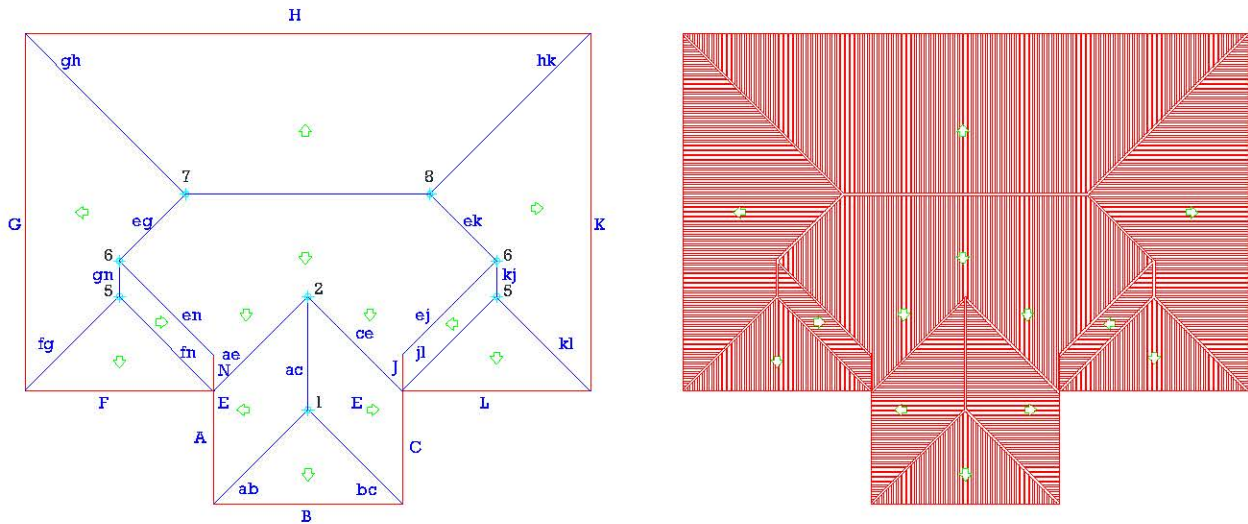
9.- Hallamos el primer nudo.



10.- Seguiremos hasta el cálculo de todos sus nudos y cerrar todos los Planos, determinando así todos los PAÑOS. Todo ello en el nivel superior, pero uniremos el resultado con el nivel inferior: de esta forma queda resuelta toda la cubierta.



11.- Uniendo los dos niveles, tendremos la cubierta definitiva:



7.1 MEDIANERÍAS EN ALTURA

Cuando al finalizar el cálculo normal de una cubierta, nos encontramos con el problema de que alguno de los planos provoca vertidos de agua sobre un paramento vertical, no medianero, la llamamos medianería en altura y se resuelve mediante un nuevo plano.

Trazamos un nuevo plano con las características de cualquier plano medianero, es decir, aquel que tienen su recta de máxima pendiente paralela a la medianería y su primera traza parte de la misma cota que tiene el punto donde comienza el paramento vertical. Por tanto sólo tenemos que calcular la cota del punto inicial (1), de igual forma que lo hacemos para cualquier otro punto.



7.2 CUBIERTAS DE DISTINTA ALTURA SIN HASTIAL

Un hastial, en nuestro caso, son triángulos verticales de fachada o cerramiento, por encima del nivel más bajo de la cubierta.

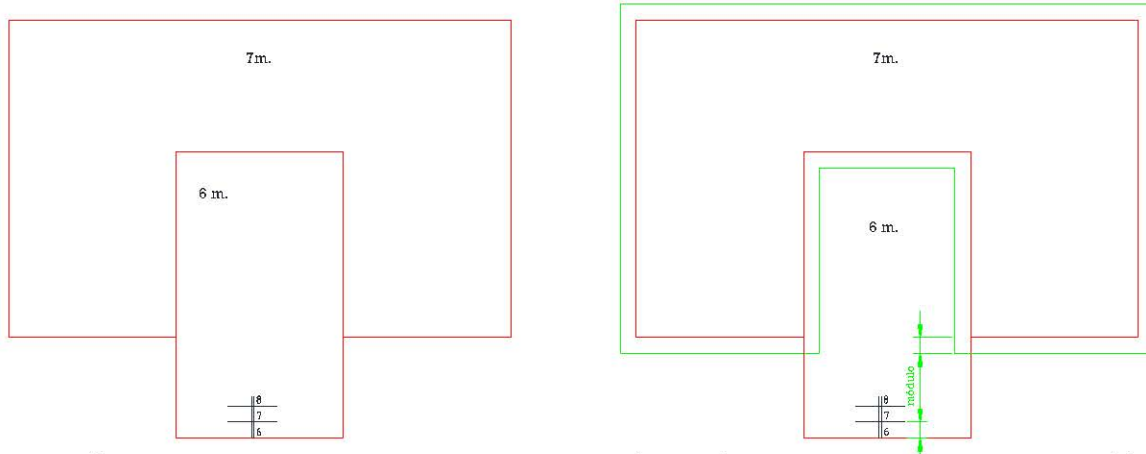
En todos los casos anteriores, se ha resuelto de manera que, los voladizos son líneas rectas horizontales. Para ello se ha respetado el contorno y niveles de la cubierta.

Con este método, que sirve para cualquier cubierta, se produce hastiales cuando la cubierta tiene distintos niveles.



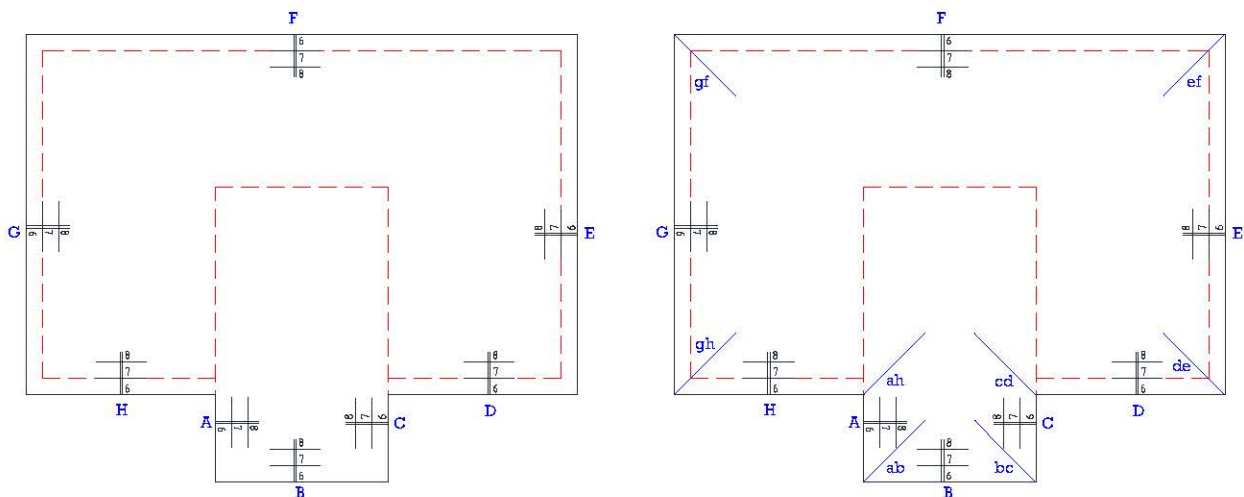
Pero, por la razón que queramos o nos exijan, en vez de tener el alerón horizontal, optamos por perder esta condición para que desaparezcan los hastiales, usaremos el método que a continuación expondremos.

1. Trazamos el contorno del nivel más alto de la cubierta. Hacemos un nuevo contorno (utilizando el anterior) equidistante tantas veces el MÓDULO, como diferencia de cotas haya entre los niveles de la cubierta. Para este método usaremos en su explicación el último ejemplo de cubierta a dos niveles.

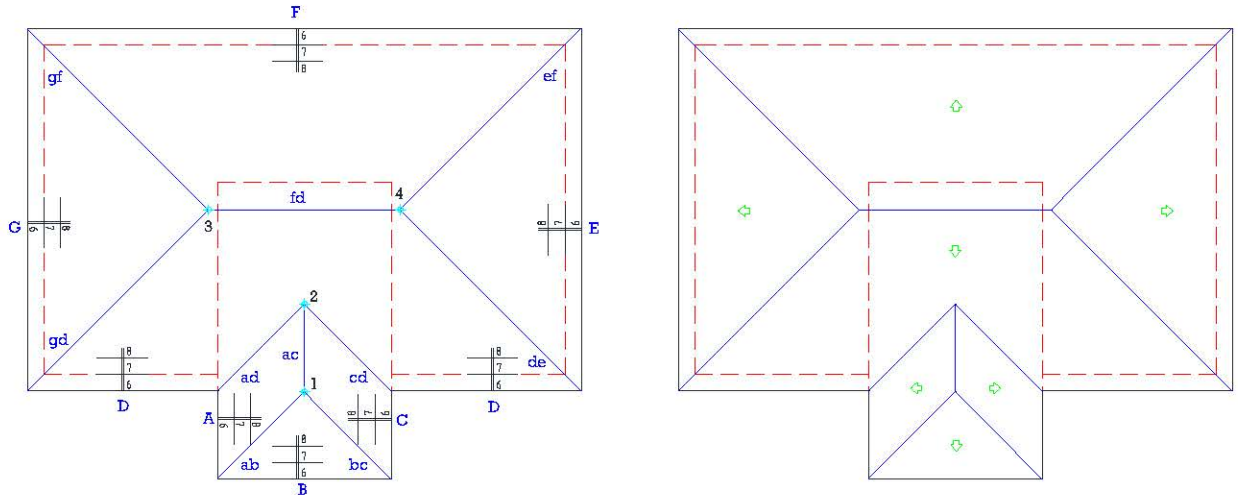


2. Realizamos, con este nuevo contorno, los mismos pasos que una cubierta con una sola altura:

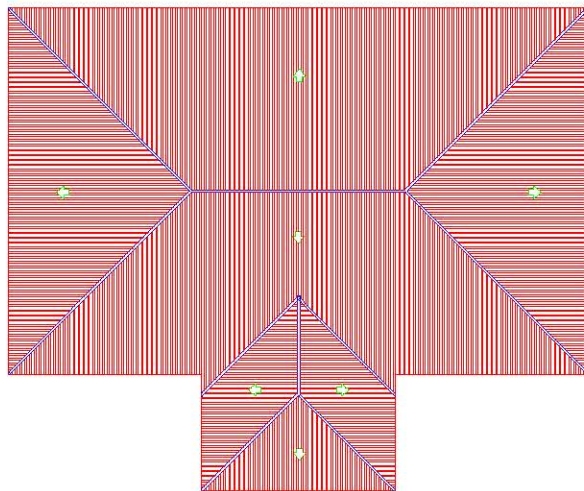
- Colocación de planos. Tendremos en cuenta cuando lo hagamos que el plano **H** es el mismo que el plano **D**, por tanto solo pondremos el **D**.
- Calculo de la intersección de cada plano con el contiguo.



- Calculo del primer nudo.
- Calculo de los restantes nudos.



3. La cubierta quedará resuelta, cuando eliminemos toda aquella superficie que añadimos para la resolución.



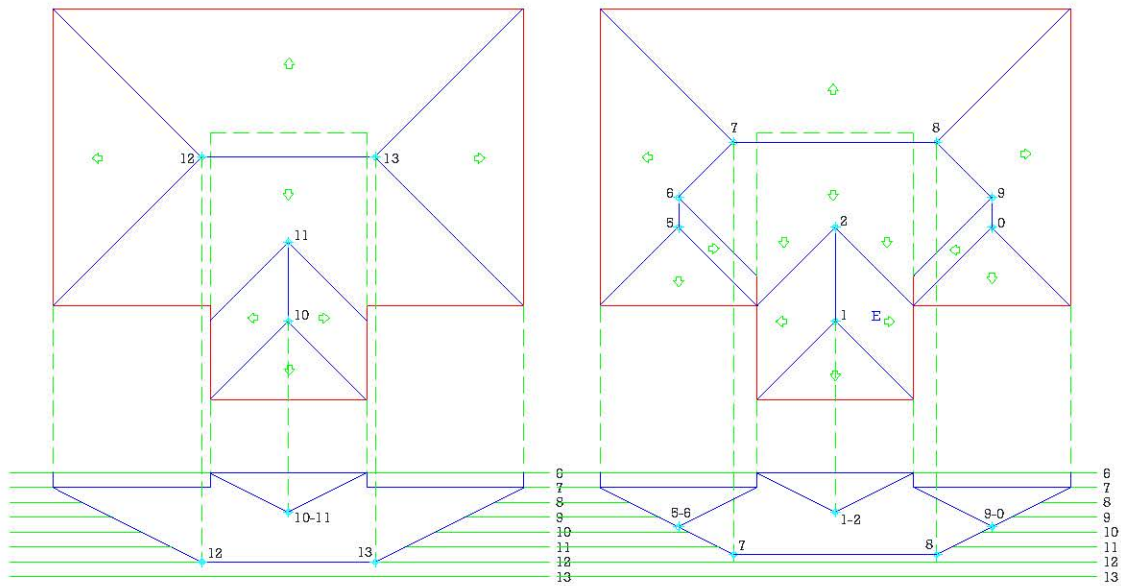
8 SECCIONES A CUBIERTAS

Para ver claramente la diferencia en el resultado de este último ejemplo no hay nada mejor que realizar secciones o alzados a las cubiertas.

Tanto en la sección como en el alzado, usamos un plano perpendicular al de referencia. Para las cubiertas, este plano es uno vertical, En cualquier caso,

debemos hallar la cota de todos los nudos. La diferencia fundamental entre sección o alzado es, que en la sección, el plano vertical corta a la cubierta y por tanto, debemos calcular, además, la cota de esos puntos que se producen en la intersección.

Para ver estos alzados y secciones usamos el ejemplo anterior. Así el mismo alzado para estas cubiertas será:



Para una correcta sección, comprobaremos que la cota de cada punto corresponde con el obtenido por una pendiente o ángulo conocido, así:

