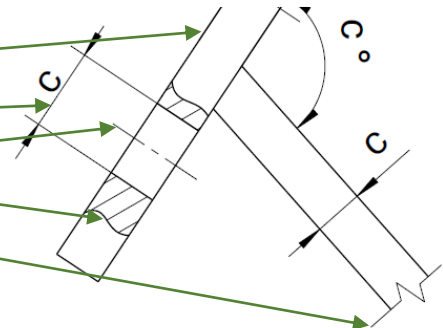


Este es un guión muy escueto, resumido y comprimido de los contenidos de la parte de Normalización de la asignatura de Expresión Gráfica, realizado por Fernando Meseguer Garrido. Es un trabajo provisional e incompleto, que emplea un lenguaje poco preciso y coloquial, pero pretendo facilitar el estudio de esta parte de la asignatura. Estas cosas llevan mucho tiempo, y mucho trabajo, por favor, no me gustaría encontrarme esto en Wuolah (cosa que ya me ha pasado con mis apuntes de Métrica y Projectiva).

Representación Normalizada

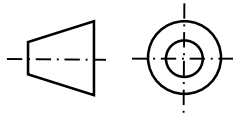
Tipos de línea

- Gruesa- Contornos y aristas vistas
- Fina- Líneas de cota, rayados, líneas ficticias, etc.
- - - - - - Ejes de revolución y líneas de centros
- ~~~~~ - Rotos o cortes locales
- - - - - - Rotura de elementos no en V.M.
- - - - - - Traza de plano de corte



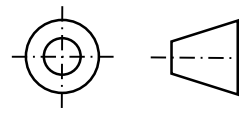
Métodos de proyección

Sistema Europeo (utilización preferente)



Se diferencian en que en el europeo (método del primer diedro) se proyecta y se abate detrás de la vista original, y en el americano (tercer diedro) se abate delante.

Sistema Americano (mejor no, estamos en Europa)



Ante todo, ¡no se pueden mezclar ambos sistemas en una misma representación!

Terminología en los enunciados:

- **Croquizar**- El nivel **mínimo** de calidad requerido es a mano alzada. Se puede usar regla, compás, etc. para mejorar la precisión y el aspecto, si así se desea. Se espera que las proporciones sean lo más parecido posible a las reales y hay que seguir todas las reglas de la normalización, no es un “croquis en el que todo vale”. Las medidas y proporciones tienen que ser lo más parecidas posibles a la realidad.
- **Delinear**- Es necesario hacer con regla y medidas exactas.

Ejercicios de examen:

- Plano (definición de una pieza) -> “Escritura” Realizar el número mínimo y suficiente de vistas para representar y acotar de forma completa la pieza dada a partir de una serie de vistas isométricas.

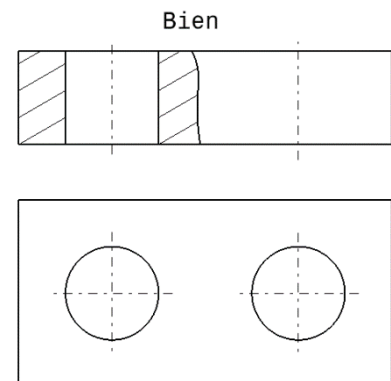
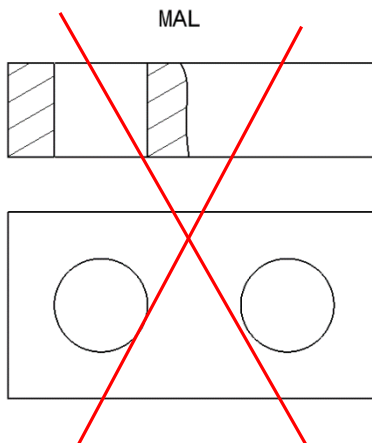
- Corte -> “Lectura e interpretación” Realizar el corte o cortes pedidos de una pieza dada por dos o más vistas, bien con líneas ocultas, bien mediante otros cortes. La dificultad consiste en visualizar e interpretar la pieza para poder realizar el corte. Un ejemplo de este ejercicio en detalle puede verse [aquí](#).

Elementos específicos de la representación

La representación normalizada no consiste simplemente en hacer un dibujo de una pieza y que “se entienda”, consiste en hacer una representación sistemática, siguiendo a rajatabla una serie de normas. A continuación, sigue una lista de elementos que son indispensables:

- **Ejes**
- **Líneas de centros**

Siempre que haya un elemento cilíndrico o con simetría de revolución hay que marcar sus **ejes** en las vistas laterales, y **las líneas de centros** de toda circunferencia. Los ejes se marcan aunque el agujero no se vea (como es el caso del eje del agujero de la derecha).



- Elementos que no están en Verdadera Magnitud

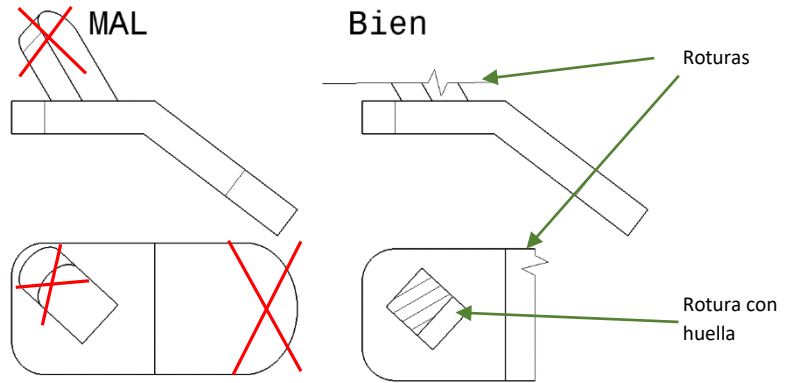
Siempre que haya un elemento circular que en la vista fuera a proyectarse de manera oblicua hay que evitar representarlo a mano, dado que se ve como una elipse. Para ello hay que "romper" la pieza (representarla parcialmente) para no representar dichos elementos.

Si la sección a romper queda en el interior de la zona de la pieza a representar se hace una rotura con huella. En general no se parte la pieza al ras, sino un poco separado del plano en Verdadera Magnitud (V.M.).

Además, vistas auxiliares adicionales son necesarias para ver todo lo eliminado en V.M.

- Empleo de líneas ocultas

Cuando hay que representar el interior de una pieza (agujeros, vaciados, etc.) así como detalles adicionales de la misma se puede hacer mediante rotos, cortes o secciones, como se verá más adelante, o, en casos extremadamente particulares, mediante el uso de líneas ocultas. Bien. **No uséis líneas ocultas.** No vamos a trabajar esos casos particulares en la asignatura, la dificultad de lectura es mucho mayor, es más fácil cometer errores y además **nunca se puede acotar contra una línea oculta**, con lo que no aporta ninguna ventaja.



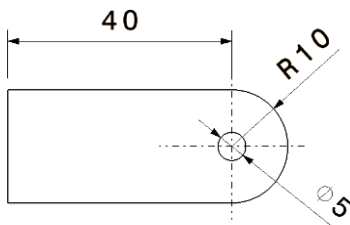
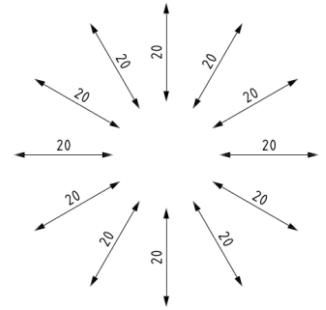
Acotación

A la hora de acotar una pieza se busca que esté completamente definida, y de forma unívoca. No puede haber cotas redundantes, o cotas que se puedan deducir a partir del resto de las cotas. Además, hay que tener en cuenta:

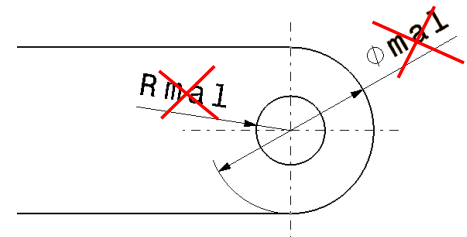
- Posición de la cota sobre la línea de cota

El valor de la cota ha de estar sobre la línea de cota, considerando la línea de cota como horizontal (se puede girar la hoja para verla horizontal, como puede verse en la figura de la derecha)

- Diámetro \varnothing ($>180^\circ$) vs Radio R ($\leq 180^\circ$).



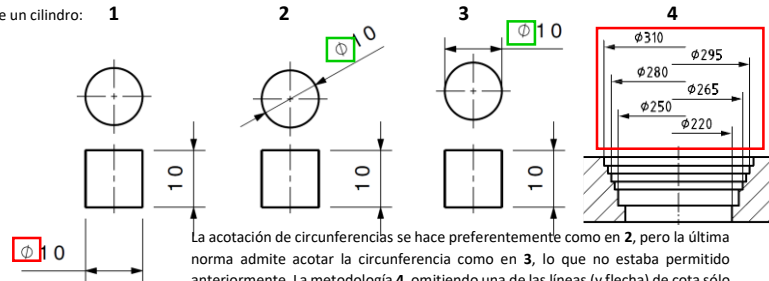
Se usa el símbolo de radio R, cuando el sector circular tenga, como mucho, 180° y diámetro \varnothing cuando el sector circular tenga más de 180° . La figura de la derecha está mal porque se emplea diámetro cuando debe ser radio, y viceversa.



- El símbolo de diámetro \varnothing

Opciones de acotación de un cilindro: 1

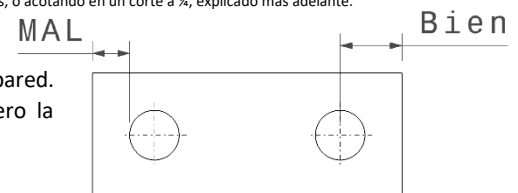
Puede omitirse si se acota en una vista en la que se puede ver que se trata de una circunferencia, como es el caso de los dos símbolos recuadrados en **verde** en la figura de la derecha (2 y 3). Si se acota un cilindro en una vista en la que no sea evidente que es circular (se ve como un rectángulo) el símbolo es **obligatorio**, en **rojo** en la figura (1, 4). Cuando se acota un radio sólo puede hacerse en una vista en la que se vea la circunferencia, y **no puede omitirse el símbolo R**.



La acotación de circunferencias se hace preferentemente como en 2, pero la última norma admite acotar la circunferencia como en 3, lo que no estaba permitido anteriormente. La metodología 4, omitiendo una de las líneas (y flecha) de cota sólo puede hacerse con diámetros, y sólo se emplea cuando hay muchas cotas muy próximas, o acotando en un corte a $\frac{1}{4}$, explicado más adelante.

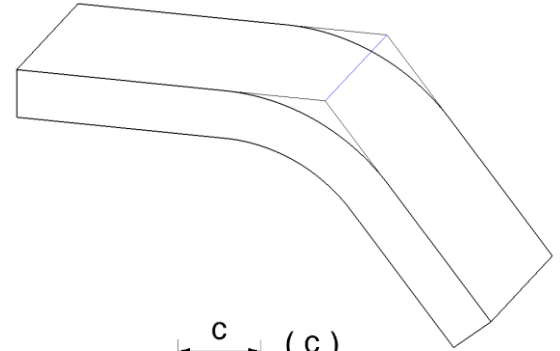
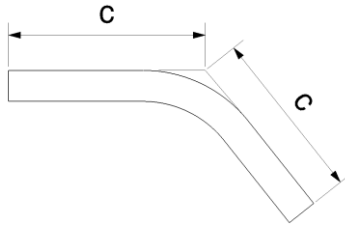
- Acotación contra centros

A la hora de acotar agujeros se acota la posición del centro, no la distancia mínima a la pared. La acotación de la izquierda se emplea en ocasiones como cota de verificación, pero la acotación para la fabricación es siempre desde el centro del cilindro.



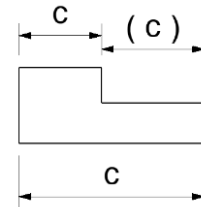
- **Líneas ficticias**

Se emplean líneas ficticias para acotar elementos en los que un redondeado puede dificultar un acotado normal. En la figura de la derecha se ve una pieza con dos caras planas y una cilíndrica tangente a las anteriores. Se prolongan ambas caras planas hasta determinar la arista ficticia, en azul, de intersección entre los dos planos. La acotación se hace contra esa arista ficticia, como puede verse en la figura de la izquierda.



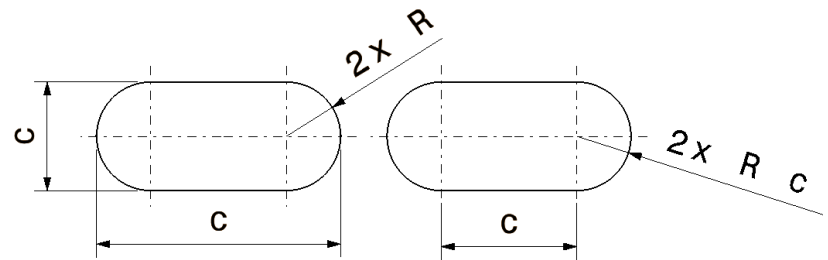
- **Cotas de referencia**

Se pueden colocar cotas redundantes siempre que sea entre paréntesis (c), indicando que la cota es de referencia: no deriva geometría, y en caso de conflicto debe ignorarse. En la figura puede verse que la suma de las dos cotas de arriba dan la cota de abajo. Una de las tres es innecesaria, pero se pueden dar las tres si se coloca una de ellas como cota de referencia (c).



- **Acotación de ranuras**

Las ranuras (o piezas en las que un elemento semicircular tenga definido su radio como la mitad de un ancho) se acotan de manera específica, con las dos opciones de la figura. A la izquierda se acota el ancho de la ranura, y su longitud total (una excepción a la regla de que nunca se acotan las circunferencias por su extremo)

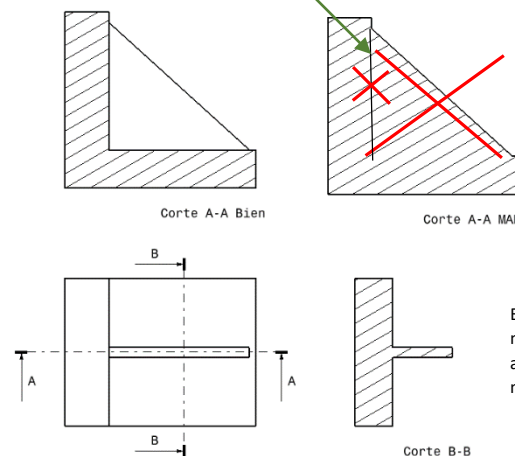
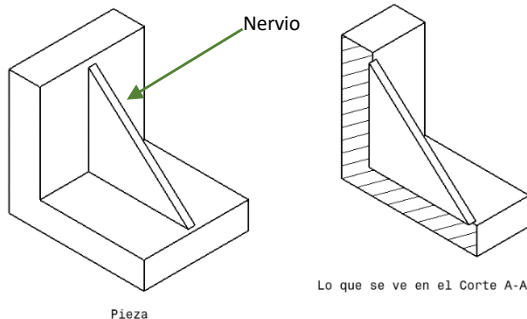


añadiendo una cota con 2x el símbolo de radio, R, pero sin el valor numérico de la cota c. Esto vale para indicar que los extremos son ambos (2x) semicirculares (R). A la derecha se acota la distancia entre los centros de las semicircunferencias, así como el radio de las circunferencias, 2x R c.

- Es fundamental considerar que sólo se puede acotar algo en una vista en la que se ve en **Verdadera Magnitud**.

Alternativas a las líneas ocultas:

Como el uso de líneas ocultas está desaconsejado, hay que emplear cortes rotos y secciones para poder definir el interior de las piezas. Ver si un agujero es pasante o no, etc. Siempre que se esté viendo el interior de una pieza éste ha de estar **Rayado**. La única excepción es el corte de un nervio según su plano medio. En ese caso el nervio no se corta, y por lo tanto no se raya. El Rayado ha de ser el mismo en toda la pieza, misma inclinación y separación entre las rayas. Además, **nunca puede haber ningún tipo de línea gruesa dentro de una rayada** (en el interior de la pieza no hay aristas, etc.)



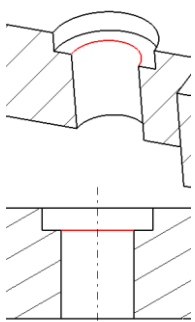
En el Corte B-B el nervio **sí que se corta**, al no ser por el plano medio.

- **Corte**

Como puede verse en la página anterior, en un corte se representa la pieza cortada por el plano o planos de corte, en el que se “elimina” en la representación el trozo de pieza que queda en el lado de las flechas. Un corte puede ser por un solo plano (arriba), por varios planos paralelos (abajo) o por planos no paralelos, con un abatimiento de por medio. No incluyo ejemplo de este último, y se desaconseja su uso.

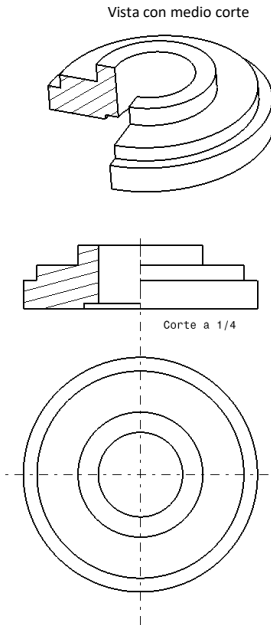
- **Medio corte o Corte a 1/4**

Además existe un tipo de corte particular, conocido como Corte a 1/4 o medio corte. Consiste en cortar la cuarta parte de una pieza de revolución (o, visto de otra forma que en la vista la mitad sea cortada y la otra mitad no). Este corte se particulariza en que el **plano de corte no se marca** en ninguna vista, y también se puede realizar en ocasiones en piezas en las que sólo una parte tiene simetría de revolución.

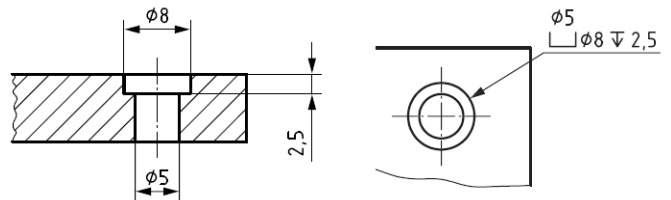
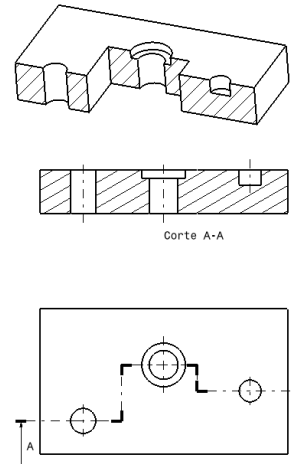


En un corte se raya la intersección de la pieza con el plano de corte, pero también hay que representar las aristas vivas del resto de la pieza que no se ha cortado. Específicamente en el caso de los agujeros abocardados (con una forma similar a un sombrero de copa), como el de la izquierda, no se debe olvidar la **línea** que aparece en rojo en la figura (error muy común en los exámenes).

Los agujeros abocardados, avellanados, o ciegos se pueden acotar de la manera habitual, como puede verse en la izquierda, o con una notación específica como la que puede verse a la derecha, indicando arriba el diámetro del agujero pasante, y debajo el símbolo de abocardado, con el diámetro y profundidad (también con un símbolo específico) del mismo. Se recomienda al lector que, si está interesado, mire la notación específica de los distintos agujeros en la página 25 de la norma UNE-EN ISO 129-1-2019.



Corte por planos paralelos sucesivos



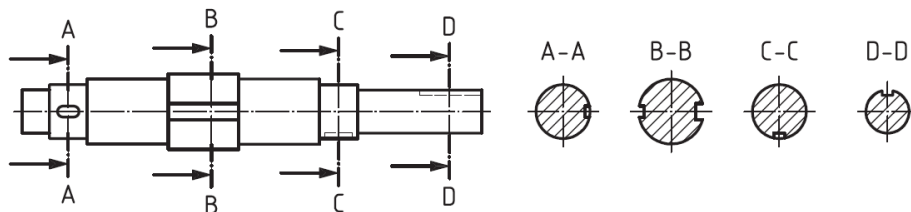
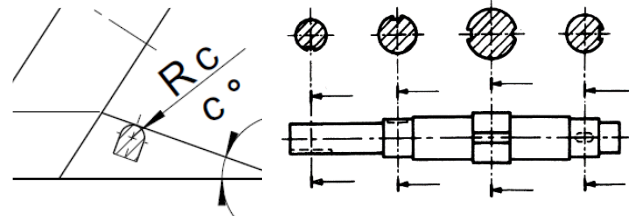
- **Sección**

Una sección es como un corte, pero sólo se representa la parte de la pieza que está en contacto directo con el plano de la sección, sin mostrar el resto de la pieza. Un **corte** es como cortar una barra de chorizo y quedarse con media barra. Una **sección** es como quedarse únicamente con la rodaja de chorizo. Las secciones no se suelen usar en exceso, salvando el caso de las Secciones Abatidas. Nótese que la denominación en inglés es justo al revés. Section se refiere a un corte, y Cut se refiere a una sección. El caso es llevar la contraria.



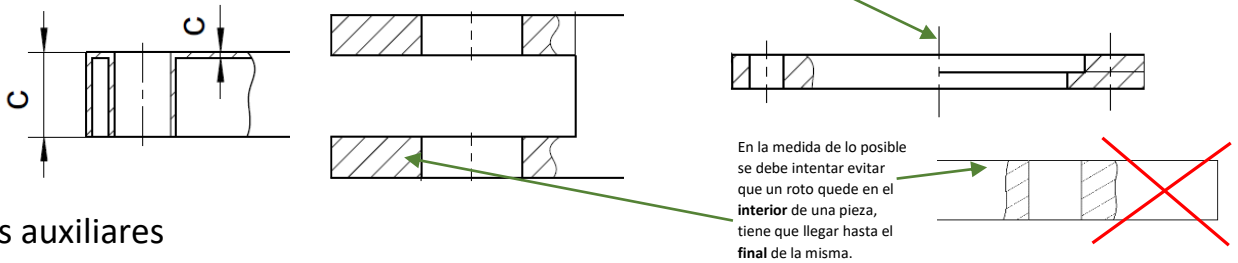
- **Sección abatida**

Es una sección que se emplea para mostrar un detalle de la forma de un nervio, o la sección de un eje, por ejemplo. Puede ser una sección abatida directa (izquierda), en la que la sección se abate sobre la traza del plano de corte, o una sección abatida con desplazamiento (derecha), en el que se coloca la sección desplazada en la dirección de dicha traza. También se pueden colocar en su posición natural, alineados con la dirección de proyección (abajo).



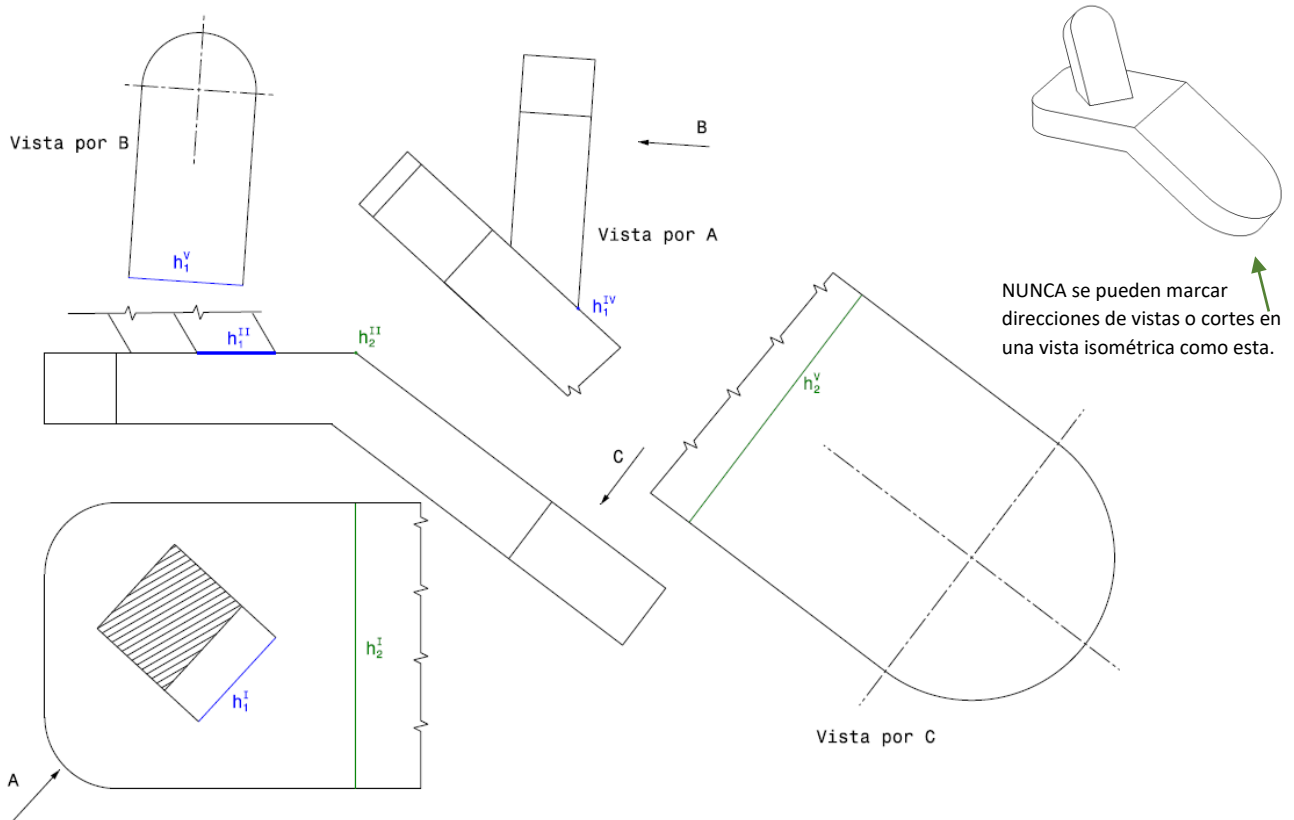
- **Roto (corte local)**

Es una rotura de la pieza en una vista que no se indica en ninguna otra vista y que permite ver un detalle, agujero, etc. A ser posible se hacen hasta el final de la pieza, y el arranque se marca con línea a mano alzada. También se puede empezar en el eje de un agujero, quedando del estilo de un corte a $\frac{1}{4}$, pero únicamente cuando esa parte de la pieza tenga una cierta simetría de revolución (al menos 180°).

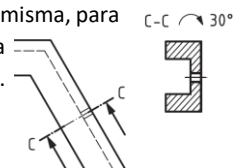


Vistas auxiliares

Como hemos visto arriba en ocasiones las piezas tienen planos oblicuos que se deben representar en verdadera magnitud, tanto para que se pueda ver cómo son, como para poder acotarse. El sistema de representación empleado es un Sistema Diédrico Directo, es decir, se realizan proyecciones sucesivas contra planos de proyección ortogonales entre sí. Para poder representar un plano oblicuo en verdadera magnitud primero hay que hacer una proyección auxiliar para colocarlo proyectante (en la dirección de una horizontal o frontal de dicho plano), seguido de otra en una dirección normal al plano para poder verlo en verdadera magnitud. A estas proyecciones auxiliares se las denomina Vistas o Cortes auxiliares simples (la vista C abajo), dobles (la vista B abajo), triples, etc. en función de cuántos pasos haya que dar desde una de las vistas principales para llegar a la representación buscada. Un ejemplo de vista auxiliar triple puede verse en el ejercicio RN 24.



Es fundamental considerar que estas proyecciones auxiliares han de respetar la **Posición y Orientación** con respecto a la vista de la que proceden. Sólo en la situación en la que sea imposible colocar la vista en la posición relativa correcta se puede mover de sitio, indicando con una flecha la dirección de la vista, y en la nueva posición el nombre de la misma, para que se pueda seguir. En anteriores versiones de la norma **nunca** se podía cambiar la orientación de una vista o corte. Ahora se puede girar indicando el ángulo de giro y dirección (derecha), pero se recomienda no hacerlo.

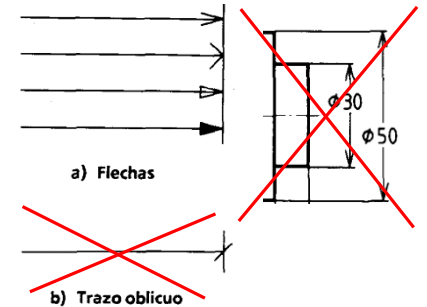


En la figura de la página anterior, los elementos en color no pertenecen a una representación normalizada, sólo están para explicar el procedimiento para obtener las vistas auxiliares. Las vistas I y II son las vistas principales. La vista por A es la vista IV, la vista por B es la vista V y la vista por C es la vista VI. Las vistas IV y V son necesarias para ver la lengüeta superior en verdadera magnitud (vista auxiliar doble). El procedimiento es proyectar en la dirección de h_1^I , para colocar h de punta en la vista IV (h_1^{IV} se ve como un punto) y a continuación una vista por B, en una dirección perpendicular al plano que queremos ver proyectante. En la vista V h_1^V ha de ser paralelo a la dirección de proyección B. En el caso del otro plano oblicuo, h_2^{II} ya se ve como un punto, con lo que con una sola proyección auxiliar C, el plano, que ya estaba proyectante, se ve en verdadera magnitud en la proyección V. La vista por C se ha movido, no está en su ubicación natural (abajo y a la izquierda de todo), pero la orientación se mantiene, de forma que h_2^V es paralela a la dirección de proyección C.

Estándares de la industria aeroespacial (normas específicas para la asignatura, por orden de importancia)

- Flecha de cota, interrupción de la línea de cota

La norma UNE permite acotar empleando otras terminaciones para la línea de cota, así como, en versiones anteriores, colocar el valor de la cota como se indica a la izquierda. Se recomienda usar una flecha para la acotación (idealmente aguda), y ante todo colocar el valor de la cota sobre la línea de cota (obligatorio en la nueva norma), como se indicó anteriormente.



- Líneas de rotura

Los dos tipos de línea de rotura, a mano alzada y con zigzag se emplean indistintamente en la norma. Se recomienda usarlas de la manera específica explicada aquí.

- Uso de la simetría

La norma permite indicar simetrías para ahorrar trazado. Se desaconseja su uso aquí. No os vamos a poner una pieza simétrica en un examen nunca, pero tampoco intentéis usar línea de simetría en una pieza casi-simétrica.

“Pecados capitales” adicionales (errores comunes en el examen, a evitar a toda costa)

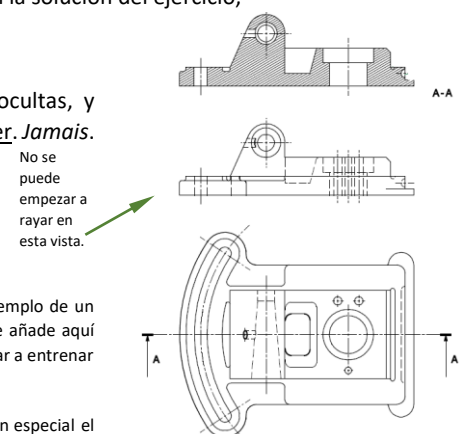
- Operar contra una vista isométrica

Nunca se puede acotar o marcar vistas en una vista isométrica. La vista isométrica está sólo para facilitar la lectura de la pieza. Como se ha dicho anteriormente, sólo se puede acotar en una vista en la que el elemento a acotar esté en V.M., cosa que no pasa en la isométrica. Igualmente, la indicación de las vistas ha de realizarse en la solución del ejercicio, respetando las normas del Sistema Diédrico.

- Mezclar cortes y secciones con líneas ocultas

Directamente, **no uséis líneas ocultas**. Pero si la usáis, jamás mezcléis rotos y líneas ocultas, y asegurad que no os dejáis ninguna línea oculta sin poner. Pero mejor no usarlas. **Nunca. Never. Jamais.**

- En un ejercicio de corte emplear una de las vistas del enunciado, en vez de colocar el corte de manera separada.



Últimos comentarios:

La interpretación de los cortes suele ser de lo que más problemas da al alumnado. [Aquí](#) se puede encontrar un ejemplo de un ejercicio de examen en el que se emplean colores para facilitar la interpretación de las distintas superficies (no se añade aquí porque son 10 páginas). El color no se puede emplear en los ejercicios de normalización, pero puede servir para ayudar a entrenar la capacidad de visualización. Además, mejor un ejercicio en color penalizado que un ejercicio en blanco con un 0.

En el cuadernillo de ejercicios veréis que en algunos enunciados se cometen algunos de estos “pecados capitales” (en especial el de acotar en una vista isométrica, como en los ejercicios RN-17 y RN-19). Esos enunciados no pretenden ser una representación normalizada, sino una manera de dar toda la información relevante de la pieza para que se pueda hacer el plano. Igualmente, en algunos ejercicios de cortes (RN-35, RN-37, RN-38, RN-39...) se dan las piezas con vistas ocultas, a pesar de que aquí se recomienda no hacer eso nunca. Primero, mirad esos enunciados, y veréis porqué digo que es una representación poco ideal, por ser confusa y poco legible. Segundo, en la cátedra se ha decidido que la capacidad de leer esas vistas con líneas ocultas y reconstruir una imagen mental de la pieza en 3D para poder hacer el corte es una de las habilidades que debéis adquirir. Esto puede ser útil si tenéis que emplear en vuestra vida como ingenieros planos antiguos que empleen aún esta metodología de representación. Por último, en los ejercicios resueltos de planos en el cuadernillo suele haber mínimo una errata por página, cosas que están mal representadas, acotadas, etc. Un buen ejercicio para prepararse para el examen es emplear este documento para intentar encontrar dichos fallos.