

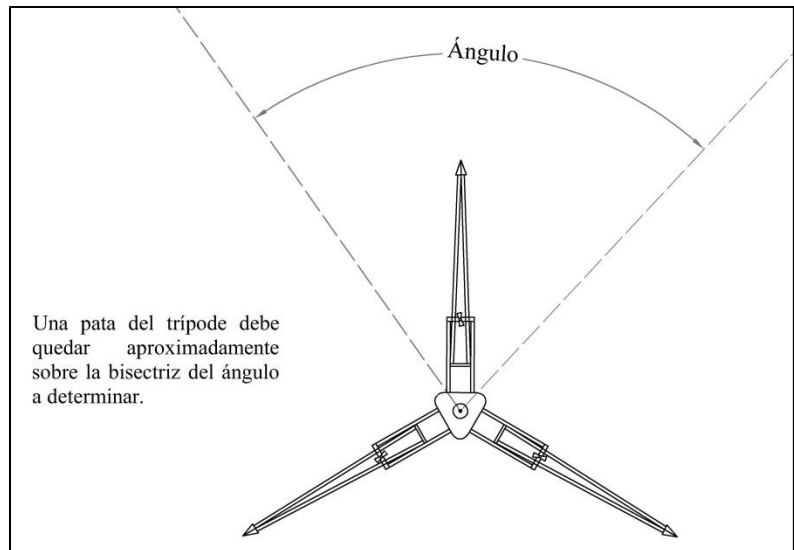
PUESTA EN ESTACIÓN Y CALADO DEL TEODOLITO.

1- CENTRADO DE LA PLOMADA Y CALADO DEL NIVEL ESFÉRICO.

Se debe ubicar el trípode de manera que sus patas queden aproximadamente equidistantes del punto de estación (estaca, marca o mojón). Considere que las patas del trípode no deben quedar muy próximas entre sí, sino el instrumento estará en una posición inestable, si quedaran demasiado separadas, serán un obstáculo para el operador. Se debe buscar una apertura intermedia de las patas, que asegure la estabilidad del equipo y que a su vez no incomoden al observador.



Por comodidad es preferible que una de las patas del trípode se ubique en la dirección de la bisectriz del ángulo a determinar, siendo el punto de estación el vértice de dicha figura geométrica. Antes de montar el instrumento se debe chequear que las patas del trípode no estén al tope de su recorrido y la platina por su parte debe quedar lo más horizontal posible.



Con el mayor cuidado, se extrae el instrumento de su caja y se lo fija sobre la platina del trípode mediante el tornillo “*ad hoc*”.

Nunca debe dejarse el instrumento sobre la platina si no ha sido fijado a la misma. En el caso de aparatos de la marca KERM, con sistema de centrado forzado y plomada física de bastón, la fijación del teodolito sobre el trípode se realiza mediante un sistema especial, que permite una única posición, finalizando el montaje al ajustar la traba de seguridad.

Luego de estar correctamente fijado el teodolito sobre el trípode deberá cerrarse la caja del instrumento para que no ingrese polvo ni demás suciedad a la misma.

Ya sujeto el teodolito al trípode, se clava al suelo una de sus patas pisando con fuerza sobre su estribo. Luego con ambas manos, se levantan las otras dos patas unos pocos centímetros del suelo, y maniobrándolas se provoca el centrado de la plomada (óptica o física) dentro de la marca o punto sobre el terreno. Ya conseguido el centrado de la plomada sobre el punto, se clavan las dos patas antes utilizadas.

En esa instancia, se deben dejar los tornillos calantes de la base nivelante a la mitad de su recorrido, en muchos modelos existen marcas que indican dicha posición.

Una primera aproximación a la horizontalidad de la alidada se consigue realizando el **centrado de la burbuja del nivel esférico del teodolito**. Para ello se trabaja con las patas del trípode, una a la vez, liberando las fijaciones (tornillos tipo mariposa o palancas) y extendiendo o acortando su longitud, hasta conseguir el calado del nivel esférico. Estos niveles pueden estar ubicados en el cuerpo del teodolito, o como en el caso de los aparatos de la marca KERM, en el bastón (plomada física). Al acortar o alargar una pata, los puntos de pivote del conjunto trípode-teodolito se hallan en los apoyos de las otras dos patas sobre el suelo, por ello la operación de calado del nivel esférico no debería afectar el centrado de la plomada, no obstante ello tal situación **debe verificarse**.

A continuación se detallan los pasos a seguir para lograr la horizontalidad de la alidada, y de este modo provocar la verticalidad del eje de giro (o eje principal) del teodolito, recordando que por construcción el segundo será siempre normal a la primera.

2- CALADO DEL TEODOLITO.

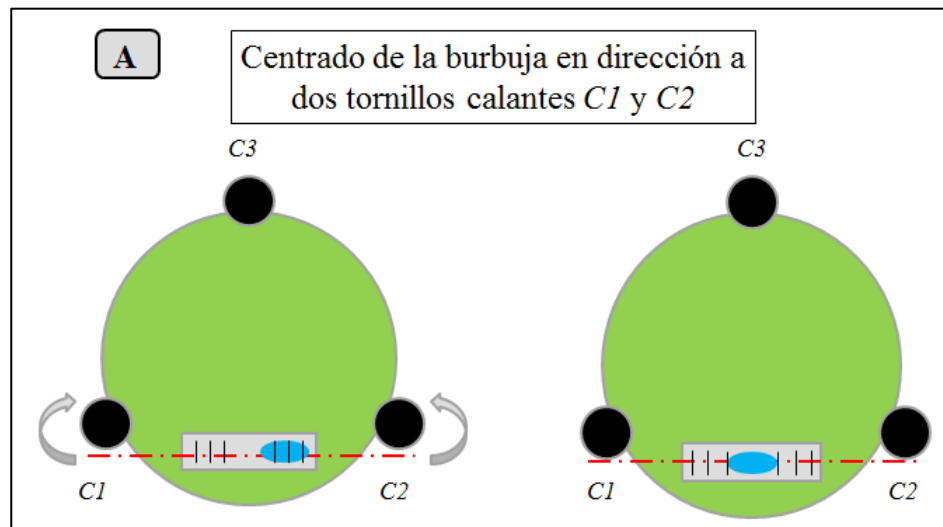
Se lleva a cabo luego de haber terminado el paso 1. Comprende la operación denominada “**Calado aproximado**”, y si se requiere además la operación llamada “**Calado fino o preciso**”. A tal efecto se trabaja sobre el nivel tubular de la alidada utilizando los tornillos calantes que están dispuestos en la base nivelante según los vértices de un triángulo equilátero.



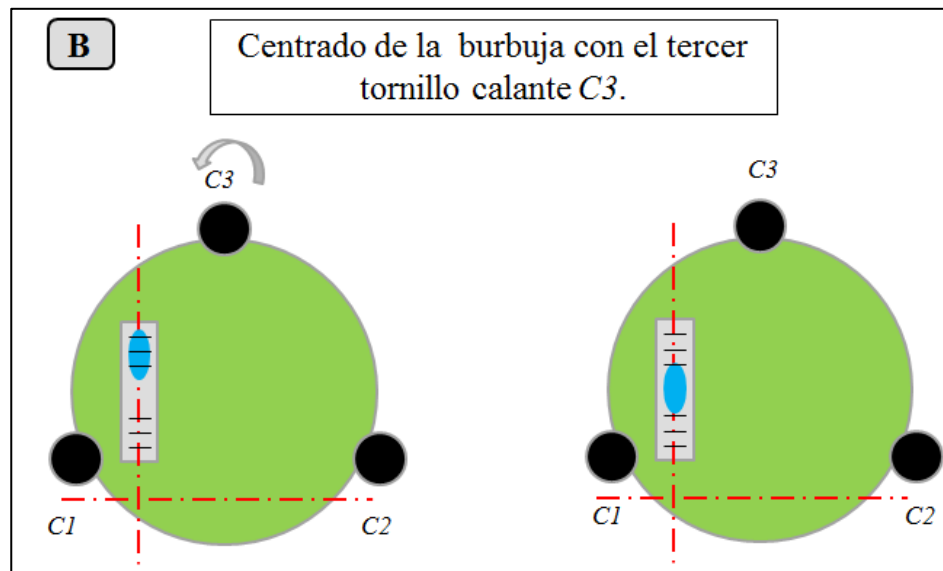
Calado aproximado:

A. Estando liberado el tornillo de presión (Freno) de la alidada, esta debe girarse hasta que el nivel tubular quede paralelo a la dirección de dos tornillos calantes cualesquiera. Luego se centra la burbuja accionando dichos tornillos en forma antagónica, es decir los dos hacia adentro o los dos hacia afuera según sea necesario, recordando que la burbuja se desplazará en la dirección indicada por el dedo índice de la mano derecha.

Es fundamental, cuando se opere simultáneamente con dos tornillos calantes, girarlos en igual medida y en forma antagónica, de este modo el punto de pivote del teodolito se ubica entre ambos, y el descentrado de la plomada sobre el punto de estación será mínimo.



B. Centrada la burbuja en el paso anterior, se gira la alidada aproximadamente 90° y con el tercer tornillo calante (no utilizado hasta ahora) se centra ésta nuevamente.

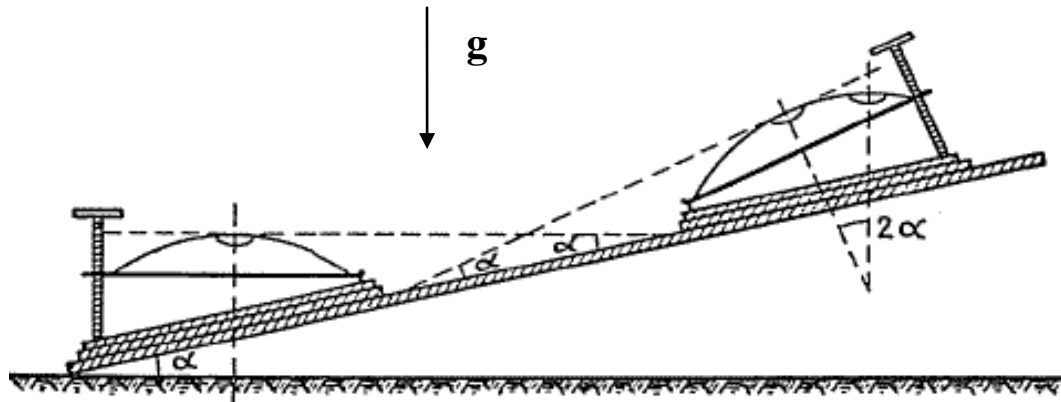


Luego de esta operación la burbuja debería permanecer centrada al girar la alidada en cualquier dirección, de ser así el teodolito ya estará calado y habremos terminado. Solo faltaría verificar que la plomada permanece dentro del punto de estación.

Si la burbuja NO permanece centrada al girar la alidada en otras direcciones, significa que el nivel tubular se encuentra descorregido o desajustado. Por ello es necesario realizar el calado fino o preciso, lo que implica la aplicación práctica del Principio Fundamental del Nivel Tubular.

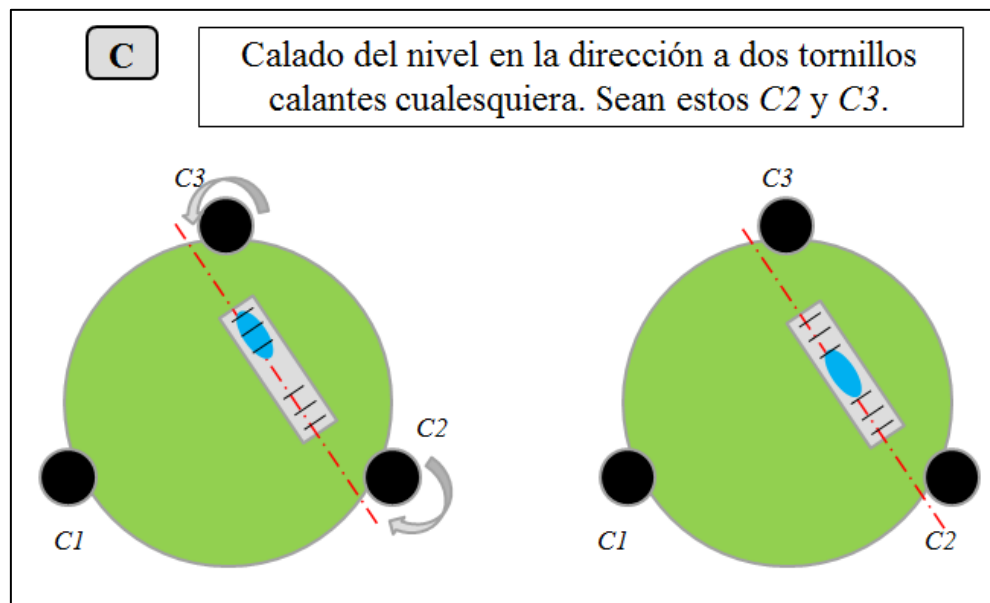
Principio fundamental del nivel tubular.

Si se apoya un nivel tubular sobre una recta y luego se invierten sus apoyos, el desplazamiento (arco circular) que experimenta la burbuja equivale al doble del ángulo que dicha recta de apoyo forma con la horizontal. Como se ve en la figura siguiente, se demuestra el enunciado por igualdad entre paralelas.



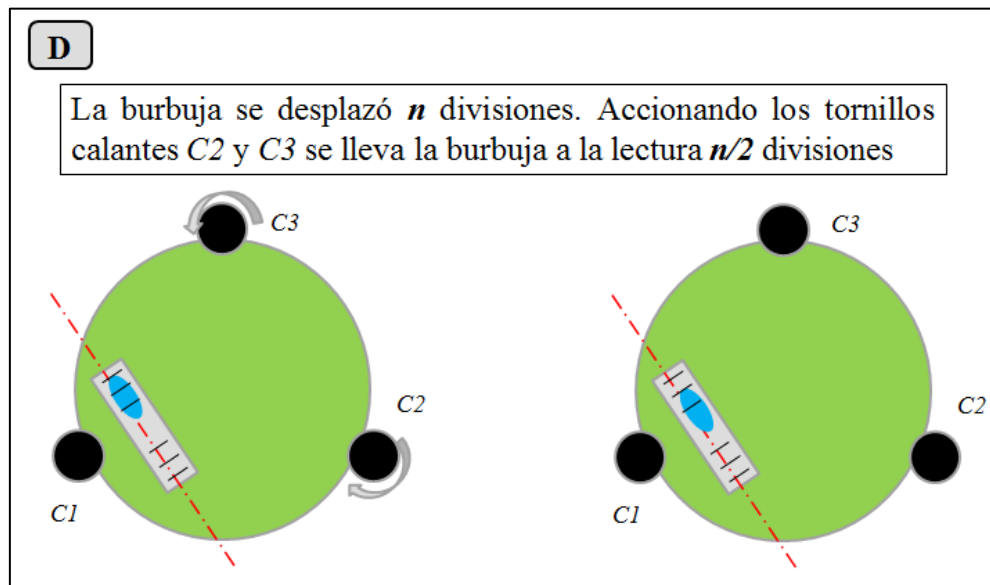
Calado fino o preciso:

C. Este principio fundamental del nivel se aplica en el calado del teodolito, operación esencial que tiene por finalidad verticalizar su eje de giro. Realizado ya el calado aproximado (Pasos A y B), se vuelve a colocar el nivel tubular en dirección paralela a dos tornillos calantes cualesquiera, y con ellos se realiza el centrado de la burbuja.



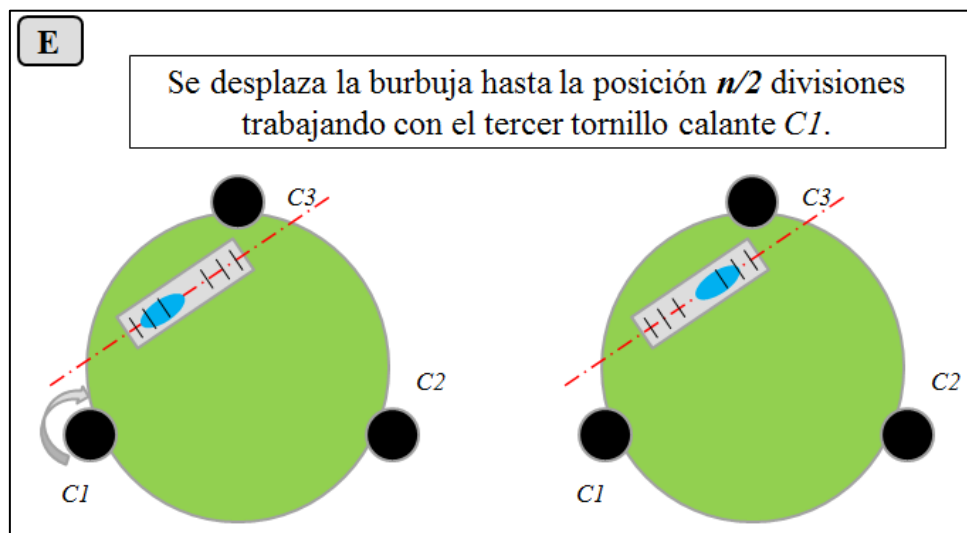
D. Luego se gira el nivel tubular (la alidada) aproximadamente 180° , lo que es equivalente a invertir sus apoyos, y **se aplica el principio fundamental del nivel**: si tras el giro de la alidada la burbuja se ha desplazado n divisiones desde la posición central, se la regresará $n/2$ divisiones en el sentido opuesto operando con los mismos tornillos del paso anterior. La posición $n/2$ divisiones de la burbuja corresponde al punto de verticalidad¹ del nivel tubular de ese instrumento, y nos indica que se ha logrado horizontalizar parcialmente el plano de la alidada, en la dirección de los dos tornillos calantes.

¹ Punto más alto de la burbuja cuando el eje de giro se halla en posición vertical (R. Müller – Compendio de Topografía: Teodolitos y Poligonaciones.)

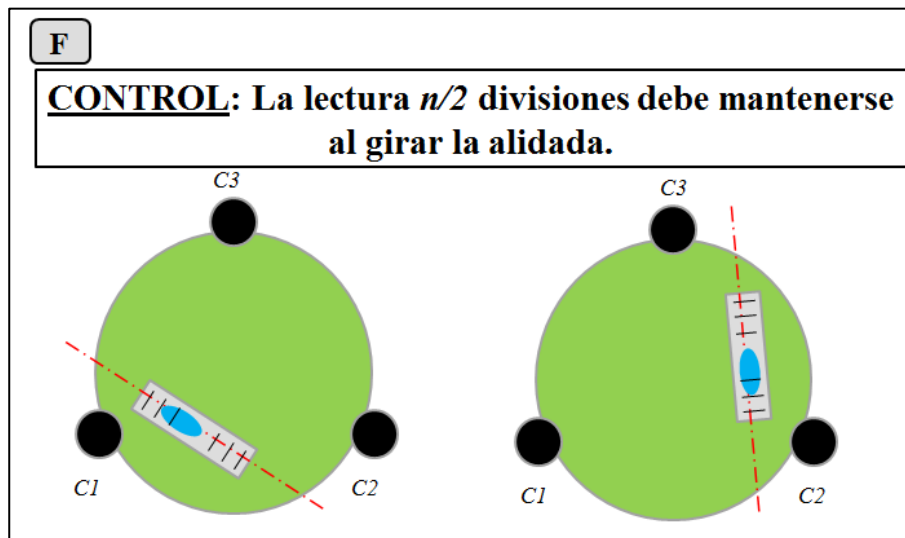


De ese modo, se ha horizontalizado la familia de rectas que, perteneciendo al plano de la alidada (normal al eje de giro), es paralelo a la dirección de dichos tornillos calantes. Basta ahora con horizontalizar otra recta no paralela a las anteriores para tener horizontal el mencionado plano. Conviene que esa recta sea la de máxima pendiente.

E. Habiendo hallado el punto de verticalidad del nivel, se gira la alidada aproximadamente 90° y con el tercer tornillo calante se lleva la burbuja a la misma posición en que había quedado anteriormente (descentrada $n/2$ divisiones). De este modo se ha horizontalizado el plano de la alidada, habiendo logrado la horizontalidad de dos familias de rectas no paralelas pertenecientes al mismo.



F. Como control, obsérvese que en cualquier posición de la alidada la burbuja permanezca en la posición descentrada $n/2$ divisiones, lo cual implica que el eje principal fue verticalizado. En caso contrario deberá repetirse el calado fino.



Finalmente deberá verificarse que **la plomada permanezca centrada sobre el punto de estación.**

Existe un método que combina a los calados aproximado y fino en una sola operación, este procedimiento será abordado en las cátedras del Área Topografía posteriores. El concepto es el mismo.

3- CORRECCIÓN DEL NIVEL TUBULAR (OPCIONAL).

Finalizado el calado fino, si se requiere podría centrarse la burbuja mediante los tornillos específicos dispuestos en el nivel tubular para esa labor; en ese caso se lo habrá corregido. Este trabajo raramente es requerido, ya que puede verticalizarse eficientemente el eje de giro del teodolito a pesar de que el nivel tubular de la alidada no esté corregido.

Debe quedar perfectamente claro que en los teodolitos que tengan en condiciones normales su nivel tubular, solo se requiere llegar hasta el calado aproximado. En este caso, tras el calado, la burbuja permanecerá centrada en cualquier posición de la alidada.

El calado fino o preciso solo se requiere en aquellos teodolitos cuyo nivel tubular se a descorregido por el uso prolongado o algún golpe. En este caso, cuando se consiga el calado del instrumento, la burbuja permanecerá en una posición diferente a la del centrado ($n/2$ divisiones) en cualquier dirección.

Independientemente del tipo de calado requerido, siempre debe controlarse el centrado de la plomada sobre el punto de estación.

4- BIBLIOGRAFÍA.

1. R. Müller - Compendio General de Topografía: Teodolitos y Poligonación. Año 1947.
2. Jordan -Tratado general de Topografía – 9 edición - Año 1978.
3. García Tejero - Topografía General y Aplicada – 13 edición - Año 1998.

Material disponible en la Biblioteca de la Facultas de Ingeniería.