

APUNTALAMIENTO

Extracto traducido del "Traité pratique de charpente" by E. Barberot, architecte(s.c.),

Paris, Librairie Polytechnique, 1911. Traducido por Daniel Torrealva 2003

La palabra apuntalar, designa el procedimiento que utiliza piezas de madera para soportar temporalmente las construcciones, partes de las construcciones o el terreno de una excavación. Estas piezas tienen diferentes nombres de acuerdo a su propósito, su función y su ubicación.

"Entibados"- Planchas o tablas gruesas de madera (2 a 4 pulgadas de espesor) colocadas unas al costado de otra o a intervalos variables de acuerdo a la consistencia del suelo, y que forma un escudo para excavar en un suelo suelto, grava o arena, cuando existe el temor que estos materiales se puedan desmoronar. Las planchas son colocadas en la dirección de la longitud de la trinchera. Placas o soleras presionan estas planchas contra el terreno y son mantenidas en su posición por medio de puntales.

'Puntal standard"- Cuando una pieza larga de madera es colocada verticalmente debajo del elemento que debe ser soportado horizontalmente.

"Caballete"- Grupo de piezas que forman dos soportes largos, compuesto de piezas inclinadas en direcciones opuestas, coronadas por una viga travesaño y que descansan sobre una plataforma. El caballete es arriostrado cuando hay la posibilidad que ocurra un movimiento transversal.

"Puntal inclinado"- Pieza colocada en ángulo contra otra pieza vertical de madera adosada a una pared en peligro de colapso, o contra el terreno de un talud para resistir las fuerzas de empuje y prevenir que se desmorone.

"Placas de apoyo"- Pieza plana de madera colocada debajo del puntal para crear un apoyo sobre una mayor superficie del suelo, o colocada contra un talud que requiere soporte para alcanzar el mismo resultado.

"Solera"- Pieza de madera relativamente larga que recibe el pie o el cabezal de un puntal inclinado; ofrece un punto variable de apoyo al puntal de acuerdo a su inclinación.

"Puntal", pieza de madera colocada en forma vertical o ligeramente inclinada para soportar una parte de una construcción o terreno de excavación; es similar al puntal standard pero no más largo que dos o tres metros.

"Entramado"- Nombre que se da a las piezas de madera colocadas en ángulo entre paredes que están en peligro de colapso, entre las jambas de una abertura o entre el dintel y el alféizar de una ventana para prevenir la deformación vertical u horizontal. Estas piezas descansan en placas, pueden formar un zigzag o una cruz de San Andrés, o aún estar alineadas como puntales standar. También se pueden usar en las paredes de una excavación para prevenir el desmoronamiento.

"Arriostre diagonal", cualquier disposición que previene la deformación, principalmente lateral, de una construcción, o que previene el desmoronamiento de un talud.

En todas las piezas sometidas a compresión a lo largo de su eje, como son los puntales y las patas de los caballetes, se deberá usar en lo posible piezas de madera derechas no necesariamente aserradas y de baja densidad, (los rollizos de eucalipto [El eucalipto se encuentra comúnmente en la zona andina de Sud América] de 4" y 6" por ejemplo, pueden ser usados para este fin)

Por el contrario, para piezas que soportan compresión perpendicular a las fibras de la madera, como son las planchas de apoyo, tacos, cuñas, etc, es preferible utilizar una madera dura [En Latino América las maderas duras pertenecen al tipo B o C de acuerdo a la clasificación de la Junta del Acuerdo de Cartagena].

Apuntalando las paredes de una excavación - Cuando no es posible apuntalar las paredes opuestas de una excavación utilizando piezas de madera que crucen el ancho de la excavación porque es muy ancha como se puede ver en la figura 804, o porque la excavación se encuentra en una ladera, se puede aplicar el método que se muestra en la figura 802; el terreno se soporta mediante puntales inclinados.

Para este ejemplo hemos escogido el caso más desfavorable; hemos asumido un suelo esencialmente suelto, arena y grava. En este caso tenemos que entibar el suelo que ha sido cortado, esto es, cubrirlo con planchas o tablones gruesos de acuerdo a la presión activa del suelo y a la distancia entre los puntales inclinados. De acuerdo a si el terreno es más o menos suelto, los tablones son colocados espaciados a cierta distancia o continuamente, como es el caso de este ejemplo de arena y grava, el cual, adicionalmente requiere, el relleno de las juntas entre los tablones con un mortero.

Los tablones de madera del entibado, son unidos entre sí por medio de las soleras verticales. Los puntales inclinados se apoyan luego contra estas soleras y se fijan a ellas por medio de pines o clavos. En el suelo, los puntales inclinados descansan sobre planchas de madera y se fijan por medio de tacos en forma de cuñas.

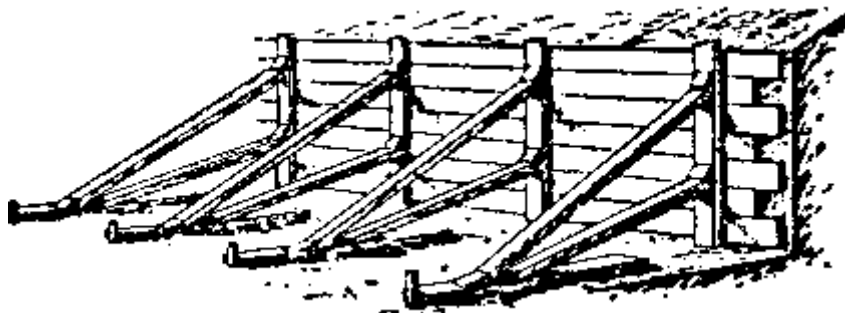


Fig. 802 - Apuntalamiento de una excavación

La cantidad de puntales inclinados que se necesitan, depende de la profundidad de la excavación; muy raramente se necesitarán mas de tres. Se debe tomar la precaución de prevenir que las plataformas de apoyo se deslicen en el suelo; para ello, las plataformas deben apoyarse en estacas hincadas en el suelo.

De acuerdo a la naturaleza del suelo, las paredes de la excavación deben tener una ligera pendiente para permitir que el suelo esté en equilibrio, al menos temporalmente, hasta que se instale el apuntalamiento.

El ejemplo en la figura 803 es similar al precedente, con la excepción que se excavó una zanja paralela para apoyar el pie de los puntales inclinados. Como la presión del suelo es variable con la altura, ciertos puntales soportan mas esfuerzo que otros, por lo que son arriostrados como se indica en la figura 803. De esta manera se previene el pandeo en el sentido del plano de la figura. Algunas veces será tambien necesario instalar arriostres en la dirección longitudinal por la misma razón.

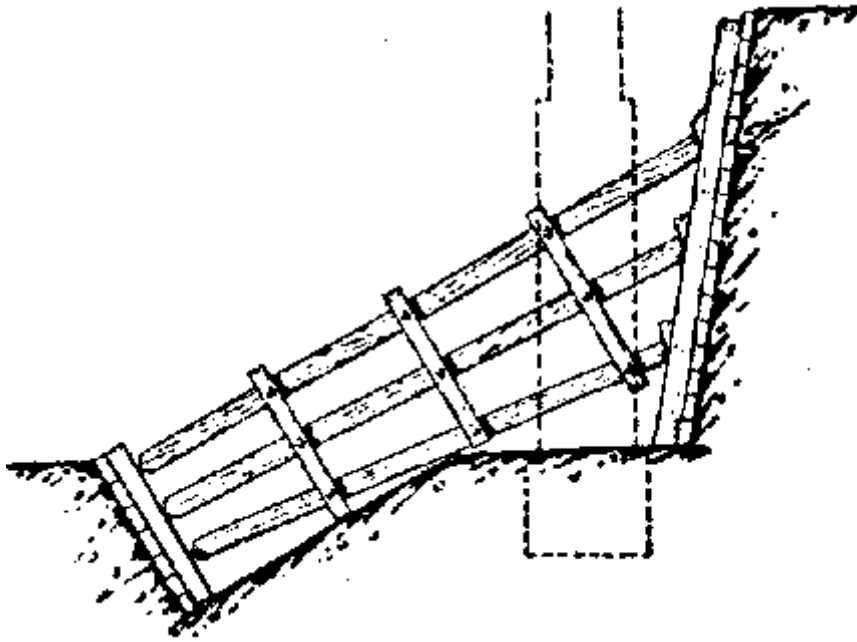


Fig. 803 - Apuntalamiento de una excavación

Se debe notar que no se muestra ninguna cuña en el pie de los puntales inclinados; esto es porque los puntales, que han sido cortados en forma de bisel, se apoyan perpendicular o casi perpendicularmente a la plancha de apoyo inferior y por lo tanto no tienen la tendencia a resbalar.

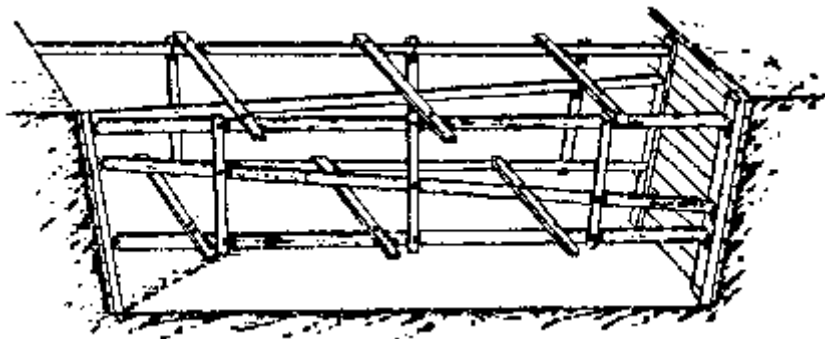


Fig. 804 - Apuntalamiento de una excavación

Cuando la excavación es en terreno plano, los lados son casi de la misma altura y la distancia transversal no es grande para la madera disponible, es ventajoso instalar puntales que vayan de un

extremo a otro de la zanja, como se muestra en la figura 804. Con esto se eliminan las zanjas temporales que se muestran en la figura 803, y también, si se puede dejar suficiente espacio en la parte inferior de la zanja para que pasen los obreros, se habrá facilitado el trabajo en la parte inferior de la zanja. Los taludes son protegidos de acuerdo con la mas o menos suelta naturaleza del suelo.

Arriostre de zanjas o trincheras - Las trincheras son cortadas verticalmente, o con una inclinación y protegidas con planchas o tablas dependiendo si el suelo se mantiene en posición o se desmorona.

Cuando el suelo es compacto, y para profundidades comunes de excavación, no se necesita el arrioste, pero si el suelo donde queremos construir es susceptible de desmoronarse, uno debe tomar todas las precauciones necesarias.



Fig. 805, 806 - Arriostre de zanjas

En las excavaciones que acabamos de ver, los lados estan cubiertos con tablonces de madera sobre los cuales se colocan las soleras verticales a una distancia que varia entre dos y tres metros, los arriostres de la zanja estan colocados en una posición inclinada, tal como se muestra en la figura 805. Algunas veces se utiliza la disposición mostrada en la figura 806, pero tiene el inconveniente que requiere que la madera se corte a la medida de esa zanja y solamente puede ser reutilizada en otra zanja del mismo ancho, mientras que en la disposición de la figura 805, las piezas de madera pueden ser utilizadas en excavaciones de diferentes anchos requiriendo unicamente modificar la inclinacion a la cual son colocadas.

"Entibado de pozos". Las excavaciones de pozos pueden alcanzar grandes profundidades a veces y sería muy peligroso no tomar las debidas precauciones para evitar el colapso que puede ser la causa de graves accidentes.

Los pozos de forma cilíndrica son los más comunes, y cuando el suelo no tiene la suficiente consistencia, uno debería proceder de la siguiente manera:

En la circunferencia del pozo se colocan en forma vertical, tablonces de madera de una longitud que varia entre 1.5 a 2 metros (figura 807), luego, estas piezas de madera se presionan contra la cara interior del pozo mediante un anillo flexible de metal de sección 5 cm x 9 mm, tal que los extremos se traslapen 30 cm aproximadamente (figura 808), para diámetros que van desde 1.2 metros, el mínimo para que un obrero pueda trabajar, hasta 1.5 metros como máximo para pozos normales.

Una vez que los tabloncillos están puestos en su posición, algunos más largos, formando la parte superior del círculo, el anillo se ajusta al diámetro que se requiere para sostenerlos firmemente. El anillo se coloca en posición y las abrazaderas se ajustan con cuñas de acero.

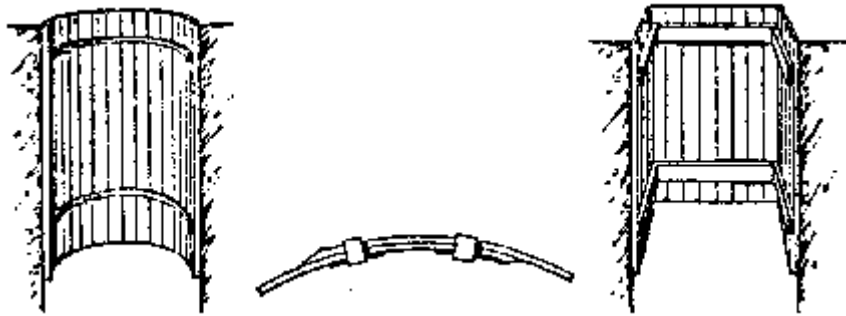


Fig. 807 Entibamiento de pozos Fig. 808 Abrazaderas Fig. 809 Entibamiento de pozos

El anillo es entonces introducido en la abertura, inclinado y ligeramente flexionado en la forma de una elipse, las tablas son ajustadas moviendo el anillo a la posición horizontal golpeándolo con un martillo hasta que todas las tablas estén ajustadas.

La técnica para ajustar los anillos requiere de cierta habilidad que es rápidamente adquirida por los obreros excavadores.

Algunas veces se utiliza un enlucido de 4 a 5 cm de espesor en lugar de las tablas, pero esta técnica no es tan segura y representa un pequeño ahorro que a la larga puede resultar muy caro.

Para evitar el resbalamiento de los elementos horizontales, es aconsejable fijar los anillos con cuñas clavadas a las tablas como se muestra en la figura 809.

"Apuntalamiento de muros con puntales inclinados" - Una situación común en la que se requiere de apuntalamiento, son los muros que pierden su verticalidad y se encuentran en peligro de colapso, hundimiento, fisuración o pandeo.

Un taco de madera se empotra en la pared; en una posición perpendicular, tanto como sea posible, al puntal inclinado (figura 810). A fin de resistir el empuje del puntal, la pieza de madera se debe colocar en un punto favorable para tomar este empuje, pero preferiblemente al nivel del piso superior. Luego, si la pared no es lo suficientemente fuerte para soportar el puntal, se puede colocar una plancha de apoyo. El pie del puntal también descansa sobre una plancha mantenida en su sitio por medio de clavos como en los ejemplos previos. Ambos extremos del puntal deben ser cepillados en ángulo de acuerdo a la superficie de contacto, tal como se muestra en varias ilustraciones. Los puntales inclinados son generalmente de sección cuadrada para resistir por igual el pandeo en las dos direcciones principales.

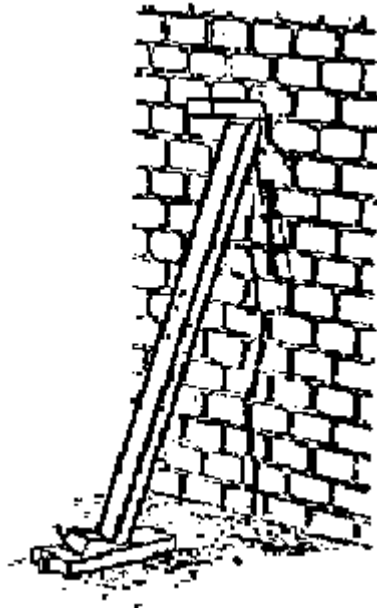


Fig. 810 - Apuntalamiento de un muro con puntal inclinado.

El uso de un solo puntal, no es una solución completa; para obtener un buen apuntalamiento, es necesario usar dos puntales en el mismo plano, tal como lo mostramos en la figura 811.

Los puntales deben estar alineados; se debe tratar de crear triángulos o porción de un triángulo porque esto produce una figura que mantiene su forma. Los puntales se mantienen juntos conectándolos con pequeñas piezas que resisten el pandeo de las fibras de madera que no están igualmente esforzadas, y si hay un grupo de puntales, pueden conectarse entre ellos para resistir el pandeo en la otra dirección, especialmente si se trata de puntales largos; esto debe realizarse en una manera que interfiera lo menos posible con el trabajo de cimentación que se hará despues.

Si no se pueden usar piezas de madera alineadas con la pared a soportar, el apuntalamiento puede construirse utilizando piezas para formar un triángulo cuya base es el suelo; los dos puntales en la figura 811 serían entonces reemplazados por una armadura de soporte formada por piezas de madera alineadas en ángulo recto con la pared. Esto crea una configuración sólida y segura.

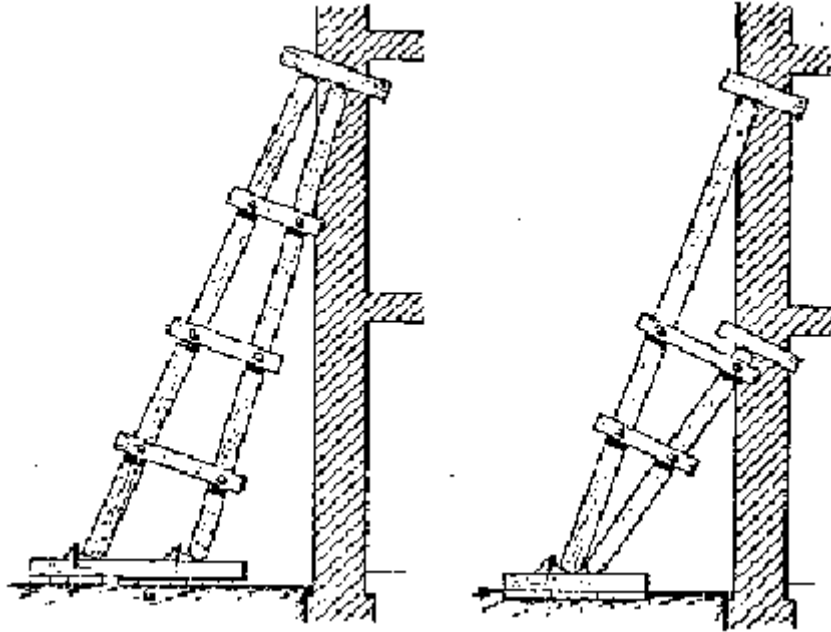


Fig. 811, 812 - Apuntalamiento de un muro con puntal inclinado

De acuerdo con la situación particular, el triángulo creado por los puntales inclinados puede tener su vértice en la parte superior como acabamos de ver, o en la base como se muestra en la figura 812, donde será necesario sostener la pared a diferentes alturas.

La figura 813 ilustra diferentes maneras de apuntalar una fachada y un tabique en peligro de colapso; ellos no aparentar estar en riesgo en el dibujo pero asumamos que lo están.

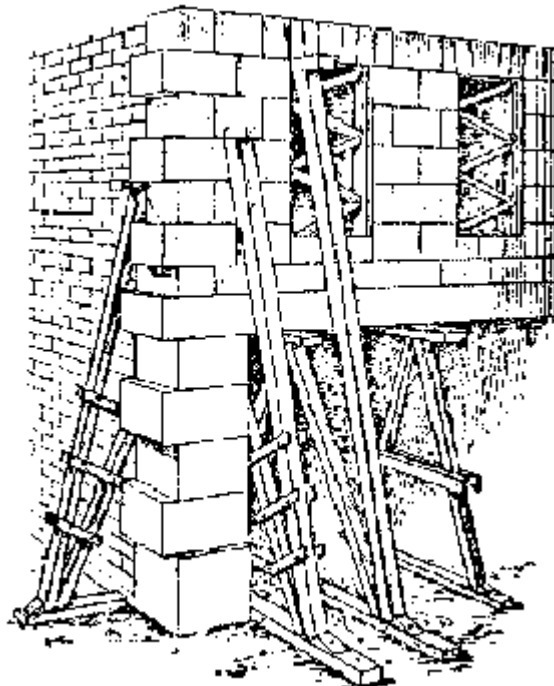


Fig. 813 Apuntalamiento

Las ventanas sobre la abertura del primer piso se arriostran colocando tablas de madera lateralmente, las cuales se mantienen en posición contra las jambas mediante pequeños puntales colocados en forma de zigzag, se puede aplicar la presión necesaria forzando los puntales a una posición horizontal.

La abertura es soportada por caballetes. Una columna de acero o de piedra que se mantenga indefinidamente en posición puede también servir de soporte. La parte superior se puede sostener con puntales inclinados simples o dobles de acuerdo a la carga que reciban y pueden ser rigidizados con pequeñas piezas de madera si es necesario.

Es usual alinear las plataformas del suelo con un mortero de cal. Esto no aporta nada a la resistencia del puntal pero es una buena forma de saber si ha ocurrido un movimiento y si la base donde se apoya el puntal ha cedido. En efecto, si ocurre cualquier movimiento de la base, aparecerán fisuras en el mortero de cal como signo de advertencia.

"Caballetes" -Un caballete es un ensamble de piezas de madera utilizadas para soportar muros de mampostería que están siendo reparados en su base, o cuando se está eliminando el muro inferior que lo soporta para ser luego reemplazado por un pórtico.

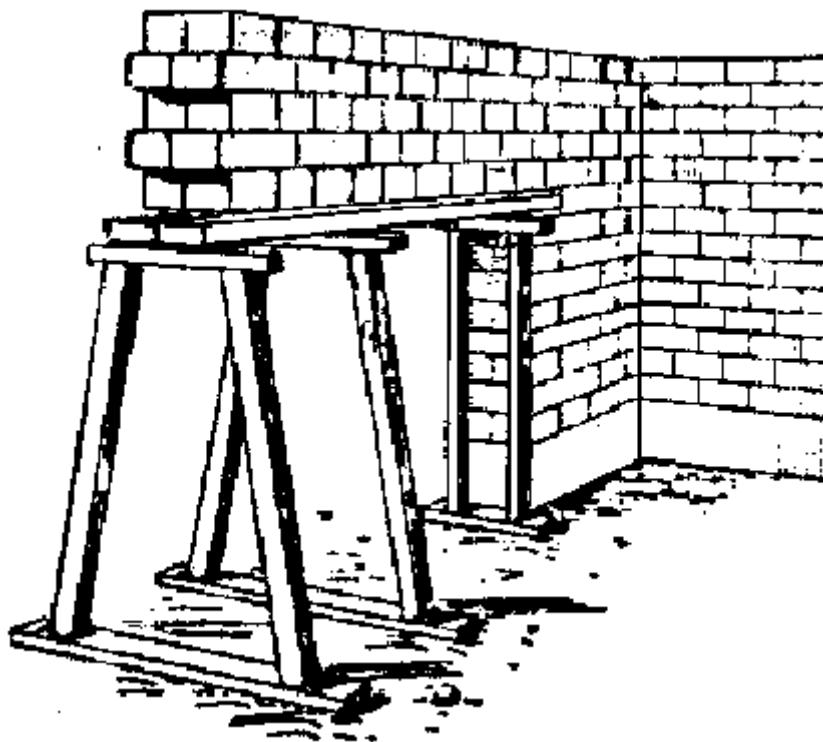


Fig. 814 Caballete

Las patas del caballete son colocadas en ángulo recto con la pared que soporta, (figura 814). Debido a la considerable carga que puede soportar, y para evitar tener que usar vigas atravesadas de considerable longitud, las patas del caballete, en la parte superior, se juntan lo más posible, sin interferir con el trabajo o la instalación de la estructura, dinteles o pórticos que reemplazarán el muro de mampostería que se ha quitado.

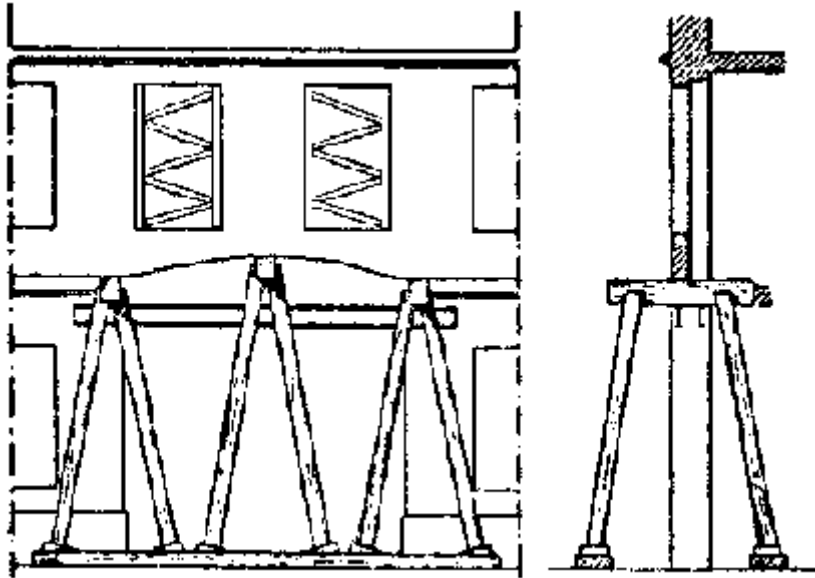


Fig. 815, 816 - Caballete

Un caballete consta siempre de cuatro piezas largas de madera (figuras 815 y 816), y es el mejor método de apuntalamiento para soportar un muro o pared cuando debajo de ella se va a colocar un pórtico o viga para crear una gran abertura.

Primero se perforan huecos en la pared encima del área donde se instalará el pórtico, a distancias correspondientes con la separación de los caballetes. A través de estos huecos se insertan las vigas travesaño del caballete, luego se colocan en el suelo planchas gruesas de madera sobre las cuales se apoyan las patas del caballete ligeramente inclinadas de la vertical.

Los extremos inferiores de las patas se cortan en ángulo para que coincidan con las planchas de apoyo y descansan sobre cuñas para permitir el ajuste posterior; la parte superior se corta para soportar la viga verticalmente y luego ambos puntales se unen con la viga mediante un perno el cual es ajustado con tuercas.

Si fuera necesario soportar la pared en puntos intermedios entre dos caballetes, es posible instalar vigas alineadas con la pared que descansen en los travesaños de los caballetes. Estas vigas pueden entonces soportar otros travesaños intermedios insertados en huecos que atraviesan la pared de la misma forma que los travesaños de los caballetes.

Si fuera necesario arriostrar las patas del caballete con diagonales o cruces de San Andrés, y esto interfiriera grandemente con la instalación del pórtico, entonces se pueden utilizar las siguientes alternativas:

1. Coloque el dintel al pie de la pared antes de instalar los caballetes.
2. Si el dintel esta compuesto de dos piezas o no es aceptable dejarlo en el suelo donde puede interferir con la circulación, también se puede colgar de los travesaños. En la parte inferior, tan pronto como el trabajo de demolición ha culminado, las patas del caballete se pueden arriostrar con cruces de San Andrés.

3. Cuando no se puede permitir el movimiento del caballete en la dirección perpendicular a la fachada, se pueden extender los travesaños e instalar diagonales para consolidar los ángulos de las patas.
4. Finalmente, es posible crear más espacio para los obreros incrementando la distancia entre las patas de los caballetes con una viga travesaño más larga. Si la carga que soporta esta viga es muy grande, entonces se puede reforzar con perfiles metálicos conectados al travesaño con pernos cada 40 o 50 cm, como se puede apreciar en las figuras 821 y 822.

En ciertos casos, la pared solo requerirá ser soportada verticalmente y un puntal vertical puede ser suficiente al menos provisionalmente.

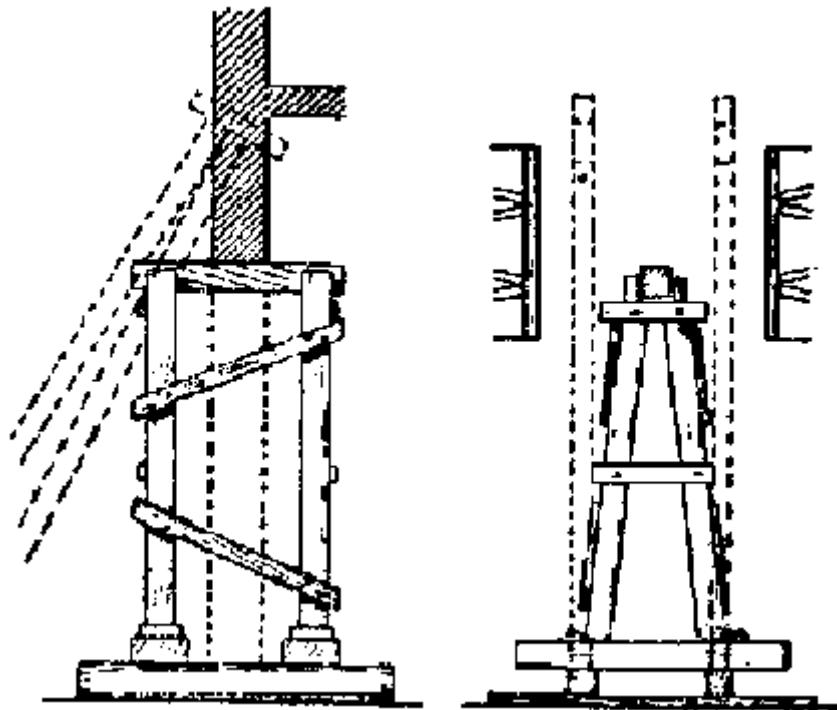


Fig. 817, 818 Caballetes

Los caballetes mostrados en las figuras 817 y 818 difieren ligeramente de los anteriores. Las patas de los caballetes en estos casos, son paralelas entre sí, en un plano que forma ángulo recto con el muro que requiere del soporte.

Estos caballetes son utilizados para reparaciones de corta duración y pueden ser arriostrados en los cuatro lados.

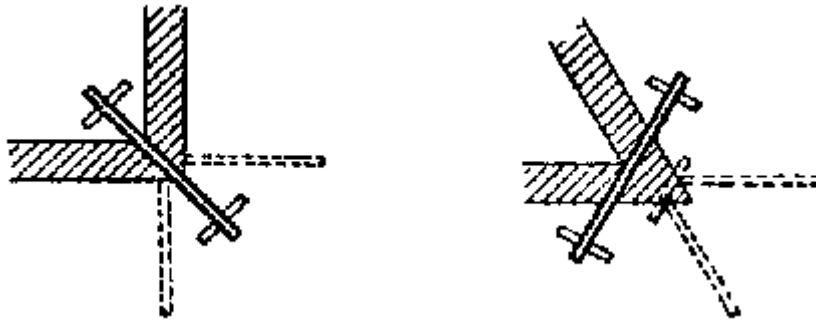


Fig. 819, 820 - Caballetes

Cuando es necesario reparar la esquina de un edificio donde se encuentran dos paredes en ángulo recto, obtuso o agudo, se procede de la siguiente manera: en los dos primeros casos, el caballete se coloca siguiendo la recta bisectriz del ángulo que forman las dos paredes (figura 819); si el ángulo es agudo como en la figura 820, es preferible colocar el caballete a 90 grados con la línea bisectriz, tal como se muestra en la figura.

Cuando las patas del caballete están apartadas, la sección transversal de la viga travesaño se incrementa considerablemente. A fin de no tener dimensiones muy grandes de madera, se usan en cambio vigas de acero de perfil I. Su tamaño y forma dependerán de la carga que soporten y la luz que cubren.



Fig. 821, 822 - Travesaños

Una viga de madera puede ser complementada con dos vigas I (figura 821), y emperrada a intervalos de 40 a 50 cm; o la viga I puede ser embebida entre dos vigas de madera (figura 822) y emperrada de la misma manera.

Apuntalamiento de pisos. A menudo es necesario apuntalar pisos de madera o de metal para repararlos o permitirles soportar una carga mayor para la cual no fueron diseñados; o finalmente para aliviar la carga del muro en que se apoyan por estar este en peligro de colapso.

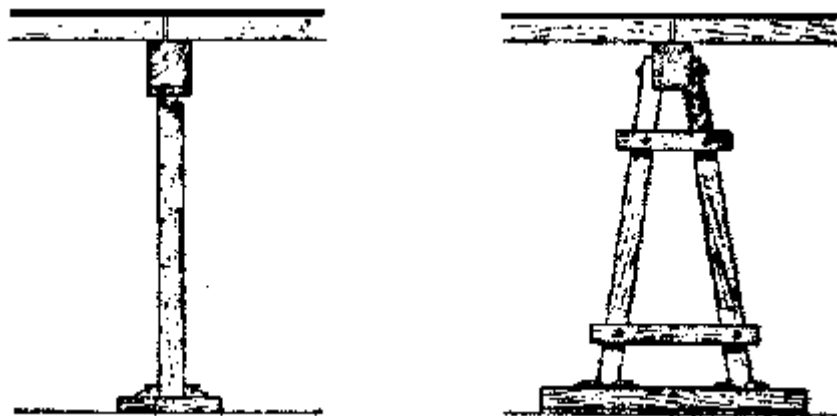


Fig. 823, 824 - Apuntalamiento de una viga

Si el piso descansa sobre una viga que se está deflectando o si se apoya sobre un muro de albañilería que puede fallar, esta viga debe ser apuntalada de acuerdo a la figura 823. Este apuntalamiento se hace con un solo puntal apoyado sobre una plancha en el piso con el cual tiene un contacto perfecto. Si la viga se ha asentado, se debe calzar (levantar) con una gata o con cuñas hasta su posición original y luego se debe colocar el puntal para mantenerla a dicha altura.

Para evitar cualquier movimiento lateral del soporte, este se fija a la viga en la parte superior y a la plancha de apoyo en la parte inferior mediante clavos y suples de madera como se muestra en la figura.

Los puntales se colocan cerca del extremo de la viga cuando se quiere aliviar la carga sobre una pared que esta en peligro de colapsar o a lo largo de la viga donde se aprecie deflexiones importantes.

Si se prevee un desplazamiento lateral o si las dimensiones de la madera disponible no son suficientes para soportar la carga impuesta, es posible proceder de acuerdo a la figura 824. Este método consiste en dos puntales inclinados que se conectan en la parte superior para soportar la viga, estos son cortados y conectados con pernos a la viga y en su parte inferior descansan sobre planchas de apoyo. Aún cuando la inclinación de los puntales o especialmente la carga que soportan pueden ser suficientes para evitar que se deslicen, estos pueden ser amarrados con tablas clavadas o empernadas a las patas tal como se muestra en la figura.

En este tipo de apuntalamiento, la carga debe siempre ser distribuida en una área de suelo que sea suficiente para asegurar que no se asiente, para ello las planchas de apoyo deben estar sobre un piso nivelado y bien compactado.

En el caso en que se tengan varios pisos, el apuntalamiento del piso superior debe hacerse directamente sobre el del piso inferior y las cargas sucesivas de compresión se deben acumular para determinar la carga sobre el suelo. Cuando el techo no tiene vigas, el apuntalamiento se hace en las viguetas.

Cuando se prepara el suelo para el apuntalamiento, se debe considerar la carga resultante de todos los pisos que se van a soportar, los puntales del primer piso deben soportar la carga acumulada de los pisos superiores.

El apuntalamiento de un cierto nivel puede hacerse con secciones más pequeñas que el del nivel inmediatamente inferior. Por ejemplo, asumamos un edificio de tres entrepisos y una hilera de puntales soportando $3\text{ m} \times 5\text{ m} \times 400\text{ kg} = 6,000$ kilogramos, cada piso representa una carga de 6,000 kilogramos. Por lo tanto, el puntal del piso inferior soportará 18,000 kilos, el del segundo entrepiso 12,000 kilos y el del tercer entrepiso 6,000 kilos.

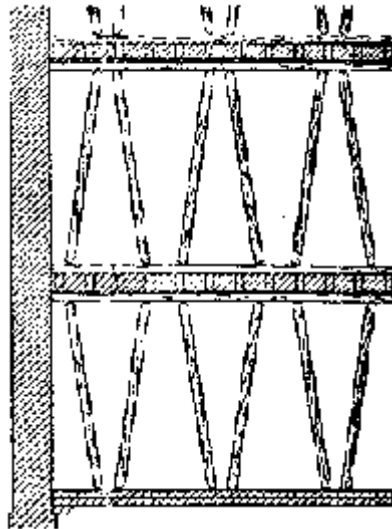


Fig. 825 Apuntalamiento de pisos

La figura 825 muestra el esquema general de instalación. Soleras de madera de igual tamaño y resistencia se colocan en la base y en el techo entre los puntales. Los puntales se cortan en ángulo en los extremos y se instalan ligeramente inclinados para ejercer presión arriba y abajo cuando sean enderezados.

En resumen, los puntales deben ser colocados aplomados lo más posible, uno encima del otro en los varios niveles, especialmente si las soleras no son lo suficientemente gruesas para repartir la carga; puntales de menor resistencia pueden ser usados en los niveles superiores.

Apuntalamiento de aberturas. Las aberturas en los muros son puntos débiles donde pueden ocurrir deformaciones. Cuando en una pared se presentan deformaciones, las jambas de las ventanas que no están arriostradas son los primeros elementos en sufrir las consecuencias. Por lo tanto, debemos siempre empezar por apuntalar las aberturas a menos que existan otros elementos más comprometidos que requieran un apuntalamiento inmediato.

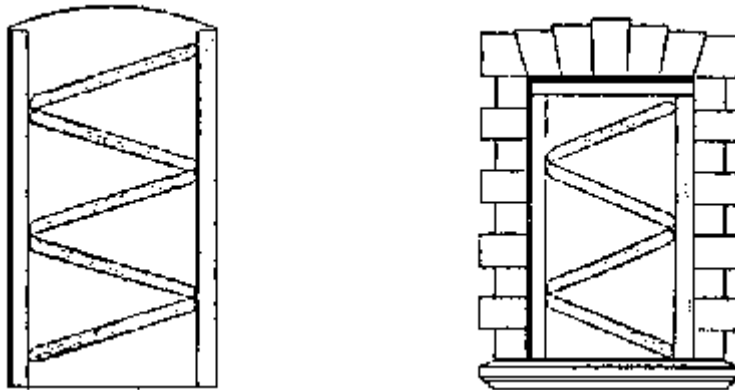


Fig. 826 -Arriostre de ventana Fig. 827 - Arriostre de abertura

Pocas veces es necesario arriostrear las aberturas en la dirección vertical, pero cuando esto sea necesario, el procedimiento solo se diferencia en la dirección y longitud de los elementos de arriostre, por lo tanto no es necesario aquí ilustrarlos con otro dibujo.

La solución mas común para arriostrear una abertura se muestra en la figura 826. Tablones o piezas verticales de madera se colocan a los lados de la ventana y luego se colocan elementos inclinados formando un zigzag; los extremos son biselados y están en contacto con las piezas verticales al extremo del bisel el cual esta al centro de la sección.

Algunas veces se instalan tablones en tres lados de la abertura, como se muestra en la figura 827 y otras veces en los cuatro lados, obteniendo una abertura totalmente aporricada.

A veces se usan pórticos completos en las aberturas y puntales verticales, o pórticos completos y uno o más soportes verticales, con cruces de San Andrés entre cada espacio. Este método proporciona arriostre en todas las direcciones, aún en la diagonal.

Cuando los muros son muy anchos, el apuntalamiento con diagonales se puede duplicar para cubrir la totalidad del espesor.

Apuntalamiento de bóvedas. - Un completo estudio del apuntalamiento de bóvedas se presenta más adelante en este libro, el cual cubre casi todos los casos que pueden presentarse. Aquí solamente presentamos el ejemplo de la figura 828.

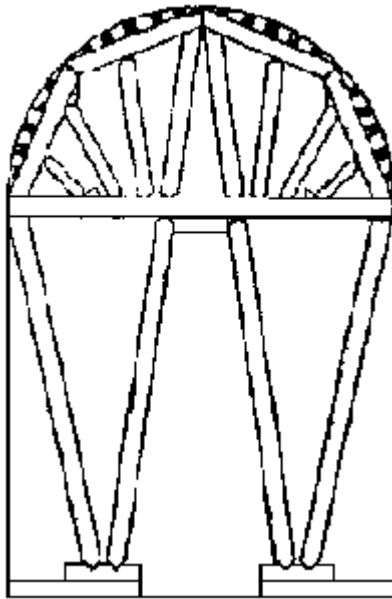


Fig. 828 - Apuntalamiento de una bóveda

Una viga horizontal de amarre se instala en el arranque del arco que forma la bóveda que necesita ser reparada, o en la cual los pilares que la soportan necesitan ser liberados de la carga; Esta pieza es mantenida en su posición mediante puntales inclinados que la rigidizarán, los puntales descansan sobre planchas de soporte en el piso.

Sobre la viga horizontal, se colocan elementos de madera formando un polígono que se acuña contra la bóveda para soportar en todos los puntos la mampostería o las piedras que conforman la bóveda. El polígono es mantenido en su posición con puntales pequeños inclinados y clavados entre sí, tal como se muestra en la figura para evitar cualquier deslizamiento que comprometa la solidez del ensamble.

LEYENDA:

- Figura 802 - Apuntalamiento de una excavación
- Figura 803 - Apuntalamiento de una excavación
- Figura 804 - Apuntalamiento de una excavación
- Figura 805, 806 - Arriostre de zanjas
- Figura 807 - Entibado de pozos
- Figura 808 - Abrazaderas.
- Figura 809 - Entibado de pozos
- Figura 810 - Apuntalamiento de un muro con puntal inclinado.
- Figura 811, 812 - Apuntalamiento de un muro con puntal inclinado.
- Figura 813 - Apuntalamiento.
- Figura 814 - Caballete

- Figura 815, 816 - Caballete
- Figura 817, 818 - Caballete
- Figura 819,820 - Caballete

Figura 821,822 - Travesaño

Figura 823, 824 - Apuntalamiento de una viga.

Figura 825 - Apuntalamiento de pisos.

Figura 826 - Arriostre de ventana.

Figura 827 - Arriostre de abertura

Figura 828 - Apuntalamiento de bóvedas.