



**BOMBEROS C.E.I.S. de la
REGIÓN DE MURCIA**

TEMA 15 PARTE ESPECÍFICA

- 1. APUNTALAMIENTOS Y APEOS**
- 2. DEFINICIÓN DE TIPOS DE APEOS Y APUNTALAMIENTOS.** *Caracter - Básica - Emergencia*
- 3. APUNTALAMIENTOS VERTICALES, HORIZONTALES E INCLINADOS. ELEMENTOS.**
- 4. REFUERZO DE HUECOS.**
- 5. ENTIBACIONES. CONDICIONES GENERALES QUE DEBEN CUMPLIR.**

1. APUNTALAMIENTOS Y APEOS.

→ Seguridad estructural

De acuerdo con el DB SE, Acciones en la Edificación, del CTE aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, las fuerzas, cargas o sollicitaciones que debe soportar un edificio se clasifican en tres categorías:

Acciones
edificación

- **Acciones permanentes.** Permanecen constantes a lo largo de la vida útil de la edificación (p.e. el peso propio).
- **Acciones variables.** Que pueden actuar o no, y cuya cuantía puede ser variable en el tiempo (p.e. viento, sobrecargas de uso).
- **Acciones accidentales.** Debidas a riesgos naturales o accidentes (p.e. Sismo, impactos).

Toda estructura, afectada por alguna de las acciones de la edificación, sufrirá un comportamiento mecánico denominado genéricamente "esfuerzo" o "conjunto de esfuerzos" y que se materializará en tensiones internas.

Definimos "situación de emergencia" como cualquier suceso capaz de afectar el funcionamiento cotidiano de una comunidad, pudiendo generar víctimas o daños materiales, afectando la estructura social y económica de la comunidad involucrada y que puede ser atendido eficazmente con los recursos propios de los organismos de atención primaria o de emergencias de la localidad.

Cabe establecer diferencias entre un **apeo** y un **apuntalamiento**. En este sentido, según la RAE, "Apear es sostener provisionalmente con armazones de madera, metálicos, cerámicos, o mixtos, todo o parte de un edificio, construcción o terreno, con motivo de una reparación, reforma, excavación, debido a cualquier tipo de siniestro o situación que lo aconseje". Por otro lado la RAE define Apuntalamiento como la "acción de colocar puntales para sostener los elementos citados anteriormente, con carácter de urgencia y provisionalmente, para evitar su hundimiento, colapso o derrumbamiento". **Por ello, podríamos decir que por definición, mientras el apuntalamiento tiene un marcado carácter de urgencia el apeo no lo tiene, o al menos no tanto como el apuntalamiento, ya que requiere un mayor esfuerzo y un mayor tiempo para su ejecución.**

El planteamiento de realizar un apeo o un apuntalamiento dependerá en su mayor parte del tiempo durante el que tenga que ejercer su acción y de la importancia o riesgo de la misma. Es importante señalar que un sistema de apeo o apuntalamiento de emergencia debe ser capaz de garantizar la estabilidad y, en determinados casos además, la habitabilidad de una edificación dañada en tanto se acomete o adopta una solución definitiva a sus deficiencias. En algunos casos el objetivo puede limitarse a garantizar la seguridad de los equipos intervinientes en el rescate de personas atrapadas bajo los escombros, lo cual se hará mediante un apuntalamiento rápido y eficaz, o bien en otros asegurar la edificación en un primer momento hasta que se ejecute un apeo más definitivo y más elaborado tras el estudio preciso de las patologías existentes. En cualquier caso las condiciones comunes que debe cumplir un apeo o apuntalamiento de emergencia siempre serán:

- Resistencia y estabilidad ante las cargas a transferir.
- Simplicidad y rapidez de montaje.
- Seguridad para las personas del edificio.

2. DEFINICIÓN DE TIPOS DE APEOS Y APUNTALAMIENTOS.

Podemos clasificar los apeos según diferentes formas: según su carácter, su posición en el espacio, su complejidad o según los materiales de los que esté compuesto. A continuación describiré brevemente en que se diferencian cada uno de ellos.

— **Apeos según su carácter.** Se catalogan en función de su relación con la estructura a la que sirven y su periodo de utilidad. Podemos establecer los siguientes tipos:

E • Apeo de emergencia. Complementa la estructura dañada en sus elementos más precarios a corto plazo. Ataja un peligro inminente debido al grado de deterioro del edificio. No supone una solución de apeo definitiva.

C • Apeo complementario. Complementa la estructura dañada garantizando su estabilidad a medio o largo plazo.

S • Apeo supletorio. Constituye un sistema estructural de carácter temporal, con autonomía propia.

RR • Refuerzo de recuperación. No constituye un apeo sino un tipo de obras de carácter definitivo, que evitan o reducen la ejecución de apeos de tipo complementario o supletorio.

ND • Refuerzo por demolición. Dotan a la construcción del edificio no demolido de la estabilidad perdida por demolición de una parte del mismo

En general podemos concluir diciendo que la gama de apeos es tan amplia como situaciones que se nos pueden plantear. De todos ellos, los que nos ocuparán serán aquellos que se realizan en situaciones de emergencia, clasificándolos sobre todo teniendo en cuenta la posición en que se colocan.

— **Apeos según su posición en el espacio.** Básicamente se dividen en tres tipos:

• **Inclinados:** su disposición básica es el tornapuntas, el cual transmite el esfuerzo directamente del elemento apeado a la zona de apoyo. Dependiendo de la inclinación de este, la fuerza transmitida al terreno tendrá unas componentes vertical y horizontal diferentes.

• **Verticales:** Su disposición básica es el pie derecho o los puntales. Se emplean para el apeo de elementos horizontales como forjados, jácenas, viguetas o incluso arcos, usando para ello cimbras de igual estilo que las utilizadas en su construcción. Estos elementos que necesitan un apeo pueden haber sufrido pandeo, rotura por pérdida de resistencia estructural o fallo en el soporte que los sustenta, como sería el caso de pilares o muros que han sufrido pérdida de estabilidad debido a fallos de estos elementos o en sus cimentaciones. En este tipo de apeos incluiremos también los RECERCADOS de huecos, cuyo trabajo es el transmitir cargas de un muro a través de sus huecos de puertas y ventanas. Los huecos en un muro suponen una discontinuidad en dicho muro y por consiguiente una zona de debilidad.

• **Horizontales (Entibaciones y Acodalamientos):** Se emplean para el apeo de elementos verticales contra otros elementos verticales que sean lo suficientemente estables, como por ejemplo el edificio contiguo al que queremos apear. Los acodalamientos pueden ser ejecutados con codales simples o con estructura más compleja a base de codal y tornapuntas. Cuando empleamos el acodalamiento en zanjas y pozos es cuando a este tipo de disposición lo denominamos "**entibación**".

— **Apeos de Emergencia.** La principal diferencia entre un apeo de emergencia y uno normal, radica en que en el primer caso no se puede estudiar de manera precisa el reparto de cargas del edificio para poder proyectar estrictamente el apeo, debido a

la natural falta de tiempo disponible para ello. Aun siendo técnicamente iguales las condiciones necesarias para uno y otro apeo, en caso del de emergencia se debe optar por el procedimiento más sencillo y rápido, comenzando por lo más fundamental. Posteriormente se podrá mejorar o completar ese apeo ampliándolo a otras zonas o disponiéndolo bajo otros criterios. En las intervenciones de los equipos de emergencia, tanto las debidas a lesiones originadas por causas accidentales, como las producidas por un estado avanzado de ruina, el criterio de actuación se basa en conseguir de la forma más rápida posible asegurar el edificio, para evitar que se generen pérdidas de vidas humanas, o en la medida de lo posible, materiales. Se trata fundamentalmente de intentar mantenerlo en condiciones suficientes de estabilidad durante un periodo de tiempo más o menos largo, ya que la finalidad del apeo de emergencia es conseguir tiempo para el posible rescate de víctimas, el desalojo de los bienes muebles del edificio, evitar su caída sobre los inmuebles colindantes o vía pública y/o la posterior reparación y ocupación del mismo.

3. APUNTALAMIENTOS VERTICALES, HORIZONTALES E INCLINADOS. ELEMENTOS.

Los apeos son conjuntos de piezas de madera, elementos metálicos o combinaciones de ambos, formando estructuras resistentes complementarias, cuya finalidad es sostener provisionalmente un edificio en todo o en parte, siendo su utilización temporal.

Los elementos que constituyen un apeo son en la mayoría de las veces piezas rectas que fundamentalmente trabajan a compresión en casi todos los tipos de apeo.

Se utilizan también elementos auxiliares y pequeño material para realizar los enlaces. Las piezas, según la sección, forma, lugar de colocación y función, reciben diferentes denominaciones. A continuación, y utilizando la nomenclatura que se aplica a estas piezas de madera en construcción, describiré someramente cada uno de los elementos que componen un apeo.

Elementos verticales

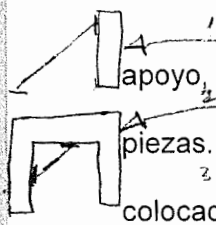
- **Puntal:** rollizo o postes que generalmente se aplican solos. Su ventaja está en su gran longitud.
- **Pies derechos:** piezas escuadradas, embridadas en grupos de dos o tres tablones.
- **Virotillos:** rollizos de pequeño diámetro y longitud, para utilizar en huecos de reducidas dimensiones aunque la mayoría de las veces constituyen un elemento secundario del apeo.
- **Zapatas murales:** piezas escuadradas, adosadas o encajadas en un muro, para transmitir esfuerzos a piezas inclinadas. *Ab. hacia el suelo*
- **Vela:** pieza que, colocada verticalmente, recibe cargas horizontales, transmitiéndolas a los puntos en que es acometida por otros elementos estructurales de apeo. Su forma de trabajo es a flexión. *Toca el suelo.*

Elementos horizontales

- **Sopandas:** piezas que se acoplan bajo elementos horizontales del edificio, forjados, vigas y dinteles, trabajando a flexión que transmiten sus cargas a otros elementos.
- **Durmientes:** piezas escuadradas que descansan sobre el piso y reparten sobre este las cargas que reciben directamente de los elementos verticales o inclinados del apeo.
- **Puentes:** piezas cortas que ejercen básicamente misiones de separación o de arriostramiento entre piezas verticales.

1. • **Codales:** también llamados puntales horizontales, son piezas escuadradas o de rollizos trabajando a compresión para mantener fija la separación entre dos elementos, ya sean de la construcción o del propio apeo.

Elementos inclinados

- 
- 1. • **Tornapunta:** transmiten el esfuerzo directamente del elemento apeado a la zona de apoyo, pueden ser escuadrados o de rollizo.
 - 2. • **Jabalcón:** recogen y descargan el esfuerzo no directamente, sino a través de otras piezas.
 - 3. • **Riostras:** piezas escuadradas de poca sección, destinadas a mantener la colocación y disposición geométrica del conjunto.

• *Cruz de San Andrés.*

Pequeño material auxiliar

- 1. • **Bridas:** pares de pletinas enlazadas con tornillos, utilizadas para unir piezas de madera.
- 2. • **Puntas, clavos:** sirven para fijar las uniones de los ensambles y evitar desplazamientos.
- 3. • **Cuñas:** tienen por objeto ajustar los elementos de apeo, tales como pies derechos, tornapuntas o codales, entre las partes constructivas sobre las que ha de actuar dicho elemento.
- 4. • **Ejiones:** es la pieza que sirve como tope, apoyo o contención de un segundo elemento que acomete al primero.

NBE

* La realización de un apeo requiere tener presente el empleo de ciertas normas básicas de ejecución, así como el correcto uso de las piezas que lo componen. Algunas normas o consejos a tener siempre presente serían:

1. **Dimensionamiento.** El número de piezas de cada pie derecho o tornapuntas, la cantidad de estos y su separación, así como la dimensión de los durmientes, han de elegirse teniendo en cuenta que han de transmitir al terreno toda la carga de la parte del edificio que se va a apear; por tanto, dependiendo del daño en la estructura y de la inminencia de su ruina, habrá de calcularse "a ojo" con un alto coeficiente de seguridad.

2. **Toma de medidas y cortes.** Una vez determinada la sección y disposición del apeo procederemos a determinar las dimensiones de las diferentes piezas mediante el empleo de una varilla telescópica denominada escantillón, este nos permite obtener in situ su longitud de la pieza así como la inclinación del corte si es necesario.

3. **Embridado de tablonos.** Los tornapuntas, jabalcones y pies derechos de madera, nunca deben colocarse solos, sino en grupos de dos o tres tablonos unidos por los distintos medios disponibles a fin de evitar pandeos o alabeos en la pieza.

4. **Sujeción de los durmientes.** Además de buscar una zona apropiada del suelo para apoyo del apeo, debe prepararse aquella con un cajeado que impida el deslizamiento del durmiente, y en caso de efectuar el apeo con tornapuntas, anclarlo adecuadamente mediante picas de hierro o perfiles metálicos hincados en el terreno

5. **Montaje del apeo.** Una vez obtenidas todas las piezas se procede a clavar la sopanda a dos de los pies derechos, se eleva el conjunto hasta situarlo sobre el durmiente, se aploma prosiguiendo con el montaje del resto de elementos, pies derechos, cuñas, riostras, etc.

6. **Aplomado de las piezas.** Una vez colocadas las piezas en su posición, las verticales deben quedar completamente aplomadas para que su trabajo sea eficaz. Cuando es necesario colocar varios pies derechos en fila, han de estar perfectamente alineados, y los órdenes de tornapuntas han de estar situados en un mismo plano inclinado.

7. **Acuñado en durmientes.** Para poder colocar en su posición los pies derechos o tornapuntas, como hemos comentado anteriormente, se cortan ligeramente más cortos que la distancia exacta necesaria. El pequeño hueco resultante se maciza, entre el durmiente y la pieza, con parejas de cuñas enfrentadas que se aprietan a la vez y sirven para templar el apeo y ajustarlo debidamente.

8. **Acuñado en otros puntos.** El apoyo sobre muletillas, carreras, zapatas murales y sopandas, se procurará que sea completo, aunque en ocasiones en la práctica se producen holguras, debiendo macizarse estos huecos con cuñas.

9. **Piezas en contacto directo con muros.** En vigas aguja, sopandas y otras piezas que recojan esfuerzos directamente de los muros, aunque el apeo sea metálico, se deberá colocar un elemento de madera para evitar el cizallamiento de la fábrica.

10. **Arriostrado de apeos.** Los apeos deben siempre arriostrarse triangulando el conjunto de pies derechos o tornapuntas con riostras que se fijan a las piezas principales formando cruces de San Andrés para evitar su desplazamiento y hacerlas trabajar conjuntamente.

11. **Prevención de movimientos laterales.** Además del claveteado de las piezas y el arriostrado del apeo, en algunos enlaces donde se ha de temer algún desplazamiento lateral, deberán disponerse tacos o pequeñas piezas, generalmente procedentes de los recortes que van quedando al armar el apeo, que los sujeten debidamente a ambos lados para impedir estos posibles movimientos.

12. **Problemas de hienda.** La madera posee poca resistencia si se la somete a tracción en la dirección perpendicular a sus fibras, por lo tanto hay que evitar cortes que la hagan trabajar en este sentido, evitando en todo lo posible los embarbillados en los tornapuntas.

13. **Contrarrestado de empujes mediante estacas.** Deberán estar dimensionadas de acuerdo con las cargas que reciban, y además deberá estar garantizada la estabilidad del elemento sobre el que estén clavadas.

Un apeo debe ser **neutro**, no debiendo introducir cargas puntuales a la estructura por un exceso de apriete, ya que con esto se pueden generar esfuerzos que produzcan patologías adicionales en la estructura dañada que pretendemos apaar.

El templado será por tanto lento y gradual, hasta que el elemento de apeo entre en carga.

Respecto a la madera, esta será de buena calidad, sana y enteriza, y además:

- Sin excesivos **nudos**¹ sobre la cara.
- Con **fendas**² que no sean excesivamente largas.
- No se permitirán **acebolladuras**³.
- Las bosas de resina serán menores de 8 cm.
- Sin excesivas **gemas**⁴.
- No deben tener muérdago ni ataques activos de xilófagos.

* Ver Anexo del tema.

- No se usarán maderas de derribo por estar excesivamente secas.

Los equipos intervinientes deberán estar atentos en todo momento durante la realización de los apeos por la peligrosidad y delicadeza de ejecución de los mismos. Es importante la colocación de testigos y su continua vigilancia por si se produjera una rotura repentina de estos que nos alertaría de un posible colapso de la estructura.

El apeo se revisará con periodicidad, ya que es normal que se aflojen las cuñas y bridas (sobre todo en la estación seca) o que se produzcan pequeños movimientos por cualquier circunstancia.

Al apear una estructura se hará siempre de abajo hacia arriba, consolidando primero las partes inferiores y después las superiores, asegurándose el buen funcionamiento del apeo y el no sobrecargar una estructura inferior que puede estar dañada o simplemente no estar diseñada para soportar un exceso de carga procedente de las plantas superiores.

4. REFUERZO DE HUECOS

Como parte más débil de la construcción, junto a los patinillos y cajas de escalera, el hueco es uno de los primeros elementos que acusa los fallos del edificio presentando rápidamente una sintomatología clara.

En función de las acciones así como de su posición relativa se presentan distintos tipos de apeos como son los de marco, los acodalados, los de montante, los de zigzag, los de aspa, etc.



Como la dirección de las acciones y su intensidad no es siempre fácil de determinar, para los síntomas que apuntan una cierta gravedad se deben disponer soluciones en **aspa o "cruz de San Andrés"**, que viene a coartar cualquier dirección del esfuerzo. Cuando se trata de un hueco de paso, que quedaría inutilizado por la presencia del aspa, se recurre al marco completo, es decir, jambas o montantes, cabecero y peana, acartelando las dos esquinas superiores y suprimiendo las riostras



Otra forma muy elemental de apear huecos es mediante los apeos de macizo. Consisten en rellenar con fábrica de ladrillo o bloques de hormigón aligerado cuajando el hueco del vano a apear. Se deben cumplir las elementales reglas de ejecución de una fábrica de ladrillo sin más precaución que la de utilizar morteros flojos de modo que se facilite la posterior operación de desmontado.

5. ENTIBACIONES. CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR CON CARÁCTER GENERAL.

En los trabajos realizados en zanjas pueden producirse accidentes graves o mortales a causa del desprendimiento de tierras. Por ello, es necesario adoptar aquellas medidas que garanticen la seguridad tanto de las potenciales víctimas, como de los intervinientes que realizan las labores de rescate, en el interior de las mismas.

Las entibaciones son sistemas de apeo contruidos con elementos de madera o hierro y ejecutados en excavaciones con objeto de absorber el empuje activo cuando no es posible ataludar el terreno.

Inclinando el terreno de la excavación hacia el exterior

ITE

Tabl
K121

La **Norma tecnológica de la Edificación** "Acondicionamiento del terreno. Desmontes. Zanjas y Pozos" establece tres tipos de entibaciones: **ligera, semicuajada y cuajada**. Según establece esta norma, en una entibación semicuajada las piezas del tablero se disponen verticalmente dejando huecos en su alineación. En una entibación cuajada el tablero se forma mediante piezas horizontales. En ambos casos las piezas de tablero trabajan a flexión soportando, en su trasdós, la tensión debida al empuje del terreno. Estas tensiones se contrarrestan entre las paredes enfrentadas de la excavación mediante las piezas de codal trabajando a compresión. Los codales pueden estar constituidos por virotillos de madera o puntales telescópicos.

Tomando en consideración la posición y el trabajo de las piezas de la entibación, se distinguen tres elementos:

- **Travesaños, largueros o Velas:** piezas verticales que recogen las tensiones del terreno mediante esfuerzos de flexión. Van adosadas a las paredes de la zanja.
- **Tablas o cabeceros:** piezas horizontales que pueden disponerse en contacto directo con el terreno o pueden recoger las cargas de los largueros con el fin de transmitirlas a los codales.
- **Codales:** piezas de carácter horizontal que trabajan a compresión y contrarrestan los esfuerzos que ejerce el terreno de ambos paramentos verticales de la zanja.

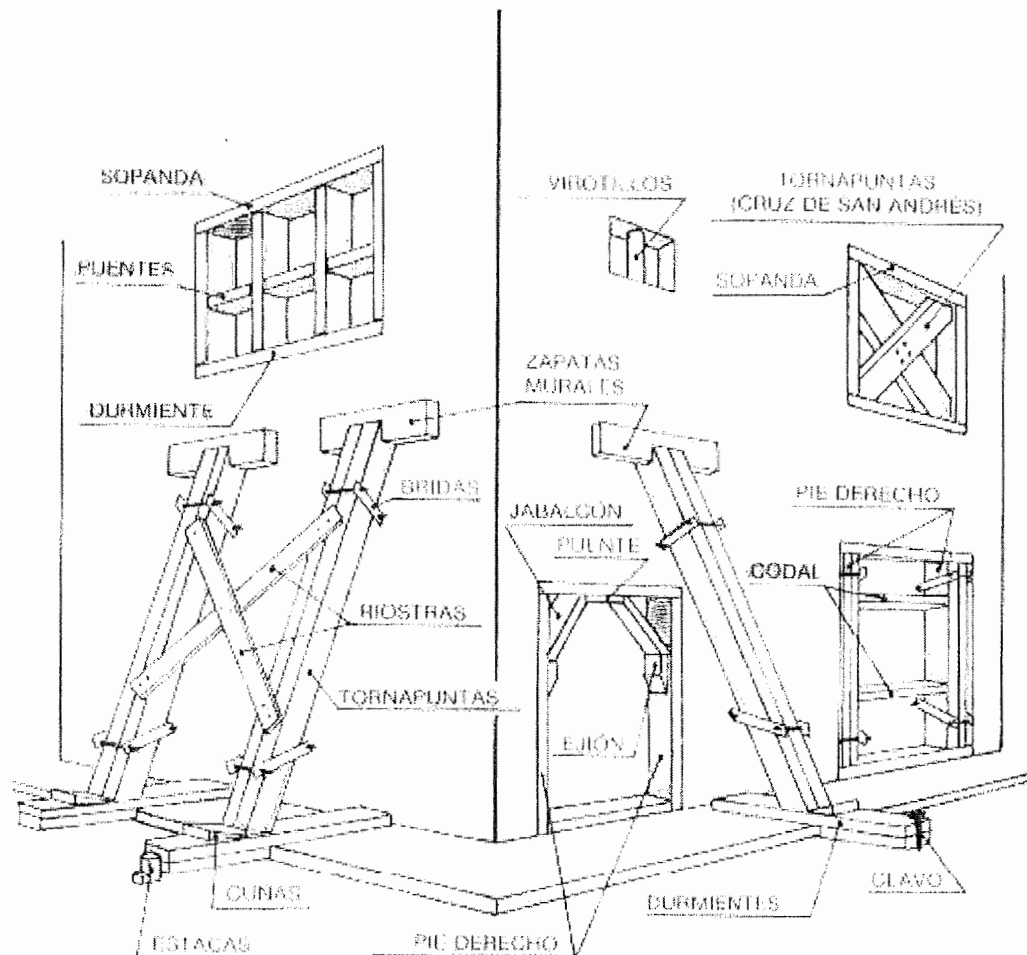
Se considera peligrosa toda excavación que, en terrenos corrientes, alcance una profundidad de 0,80 m y 1,30 en terrenos consistentes, es decir **una profundidad suficiente con la que quedara oprimido el tórax de las personas que allí estén trabajando**, en caso de desprendimiento. Por lo tanto, a la hora de su ejecución tendremos en consideración las siguientes prescripciones de seguridad:

- Identificar las características del terreno.
- Asegurarse y examinar las instalaciones que pudieran ir por el suelo (agua, líneas de alta tensión, gas u otros peligros).
- No penetrar en alcantarillados pozos o aljibes sin comprobar la atmosfera interior o con equipos de respiración
- No utilizar motores de explosión dentro de excavaciones estrechas o profundas y si es necesario comprobar los gases del escape.
- No almacenar los materiales o arena en el borde de la excavación.
- Siempre que sea posible colocaremos una escalera que constituirá un vial de escape.
- Procuraremos que los paneles a colocar queden en vertical y que los codales trabajen con una angulación de 90° con respecto a panel y así evitar que se nos generen esfuerzos verticales en los codales.
- Hay que tener presente que cuanto más profunda sea la zanja mayor presión ejercerá sobre los codales en la parte más baja.

ANEXO TEMA DE APUNTALAMIENTOS Y APEOS

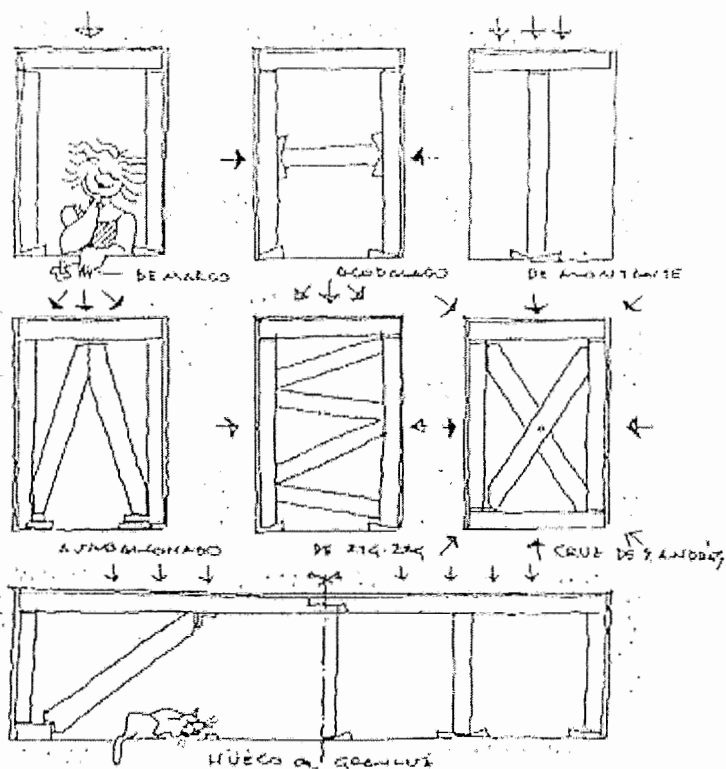
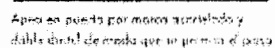
Elementos de un apeo

*Puntal
Vela*



Características de la madera:

1. Tejidos que forman las ramas, las cuales sufren desviaciones, provocando condensaciones de tejido lignificado, comunicando diferente textura y heterogeneidad a las resistencias de la Madera.
2. Grietas longitudinales debidas a los bruscos cambios de temperatura, desgarrando el tronco del árbol en el sentido de los radios medulares con el consiguiente debilitamiento de la madera.
3. Gnetas o fendas circulares, que separan los anillos anuales de crecimiento total o parcialmente, debido a la acción del frío intenso o de los vientos sobre los árboles.
4. Defecto característico del aserrado, por el que la pieza de madera presenta rastros de corteza en alguna de sus aristas.



Distintos sistemas para el reforzado de huecos