

*J. Flor. Cabanyes*

APLICACIONES

DE LA

**GEOMETRIA DESCRIPTIVA.**

---

LECCIONES DE ESTEREOTOMÍA

POR

DON VICENTE CORREA Y PALAVICINO,

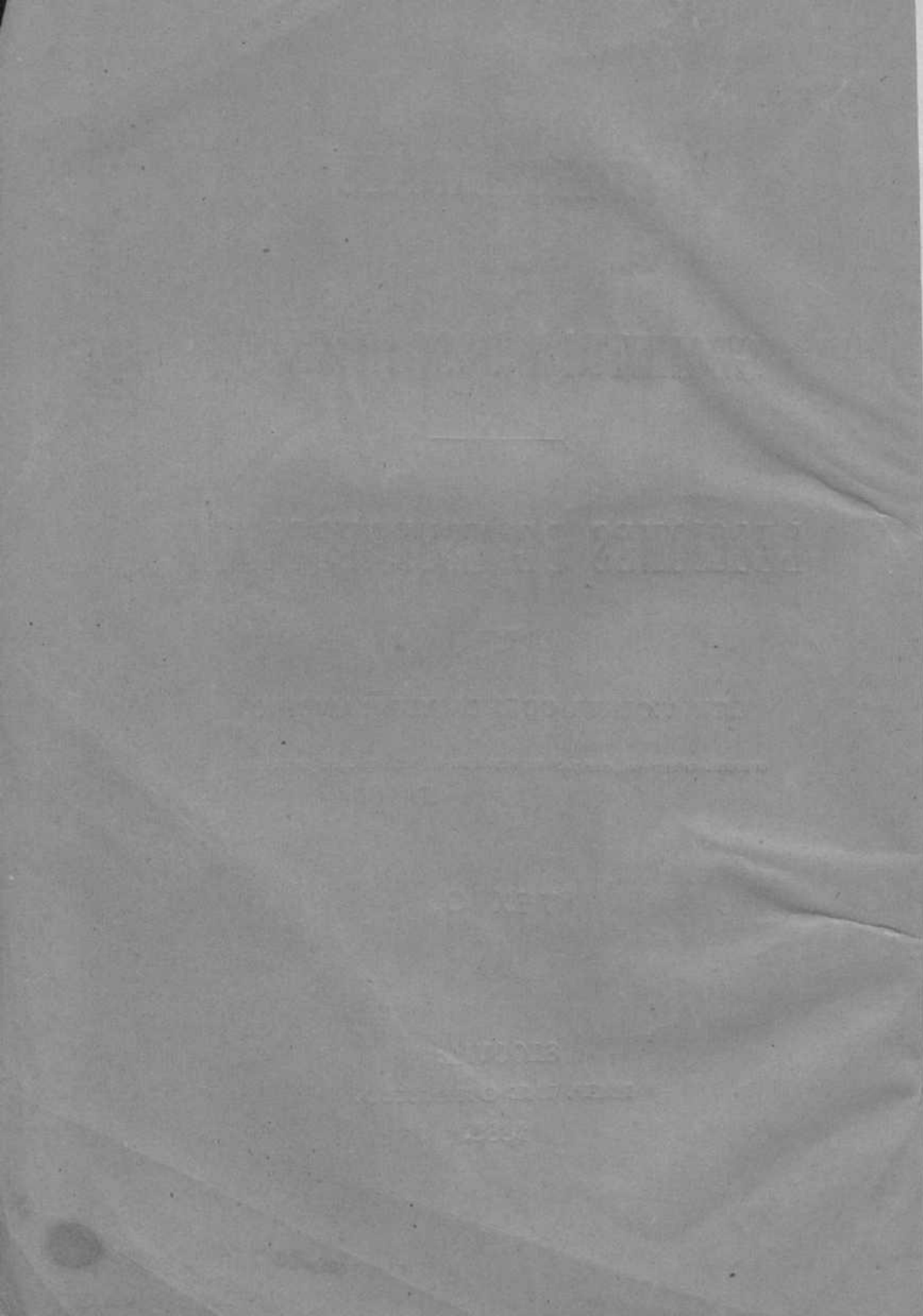
CORONEL GRADUADO, CAPITAN PROFESOR DE LA ACADEMIA DE ARTILLERÍA.

TEXTO.

SEGOVIA:

**IMP. DE ONDERO.**

1882.



DG  
A

# APLICACIONES

DE LA

## GEOMETRIA DESCRIPTIVA.

---

### LECCIONES DE ESTEREOTOMÍA

POR

DON VICENTE CORREA Y PALAVICINO,

CORONEL GRADUADO, CAPITAN PROFESOR DE LA ACADEMIA DE ARTILLERÍA.

TEXTO.

SEGOVIA:

IMP. DE ONDERO.

1882.

T. 132272  
C. 1209664

APLICACIONES

CON LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

GEOMETRÍA DESCRIPTIVA

RECONSTRUCCIÓN DE LA FIGURA

CON LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

TEXTO

EXCMO. SEÑOR

**DON FRANCISCO SERRANO Y DOMINGUEZ,**

Duque de la Torre, ex-Regente del Reino, ex-Jefe del Poder Ejecutivo, Grande de España, Capitán General de los Ejércitos Nacionales, y ex-General en Jefe de tres ejércitos en campaña; Caballero de la insigne Orden del Toisón de Oro, Caballero Gran Cruz de las Ordenes militares, laureada de San Fernando y de San Hermenegildo, de las del Mérito Militar designada para premiar servicios de guerra y especiales, condecorado con el Collar y Gran Cruz de la distinguida Orden de Carlos III, Gran Cruz de la Americana de Isabel la Católica, Gran Cordón de la Legión de Honor de Francia, y de la Anunciata de Italia, de la Torre y la Espada de Portugal, y de El Elefante Blanco del Reino de Siam; ex-Presidente del Senado y del Consejo de Ministros, ex-Ministro Universal, de la Guerra, y de Estado diferentes veces, ex-Capitán General de la Isla de Cuba, ex-Embajador de la Corte de España en París; condecorado además con la Cruz laureada de San Fernando y otras varias Españolas y Extranjeras por mérito de guerra, etc., etc., etc.

EXCMO. SEÑOR.

*Por lo que á V. E. se digno aceptar este pequeño trabajo, que en testimonio de la más distinguida consideración, le ofrezco su respetuoso y atento subordinado.*

EXCMO. SEÑOR.

VICENTE CORREA.

Ser. D. Manuel Cabanyes <sup>111</sup> 602  
Comand. di Artilleria

Suo attento Sub.<sup>o</sup>

Vicente Corra



R. 128505

LAS aplicaciones que del corte de piedras y maderas se hacen en nuestra Academia no solo al trazado y construcción de montajes y carruajes, sino también, y muy principalmente, en el estudio de la parte de ARQUITECTURA MILITAR que figuran en nuestros programas, me han decidido á formar estas **Lecciones de Estereotomía** donde sin desmesurada extensión, pueda hallarse reunido lo fundamental y más útil para aquellas aplicaciones.

Al someter hoy al juicio público este modesto trabajo, espero confiado, que si su benevolencia compara los defectos de que pueda adolecer con la buena voluntad y el deseo de acertar que me han guiado, seguramente dispensará aquéllos que hubiere, en gracia de estos móviles que me han impulsado y sostenido para llevarlo á término.





PRIMERA PARTE.

CORTE DE PIEDRAS.

PRIMERA PARTE

BOZTE DE PIEDRAS

MONES Y ANALES DE

1. Historia y descripción de las piedras

# LECCIÓN 1.<sup>a</sup>

---

## CONSIDERACIONES GENERALES.

### MUROS Y ÁNGULOS.

---

#### **1. Definición y consideraciones generales.**

—Se entiende por Estereotomía, el arte que enseña á cortar los sólidos de una manera conveniente, para emplearlos en las construcciones.

A la ejecución de cualquier obra, debe preceder el proyecto de ella. Un proyecto se forma teniendo en cuenta, además de los resultados prácticos que han dado otras obras de la misma naturaleza; la resistencia de los materiales que en ella van á emplearse; el objeto al cual se la destina, para calcular los espesores que deben tener sus diferentes par-

tes; y también, las reglas de arquitectura, es decir, los principios del buen gusto que enseña la ciencia de construir. Todo ésto que no tomaremos en consideración en este estudio por pertenecer á otro curso, está basado en la Mecánica y Arquitectura, en otras ciencias, y también en la experiencia que se va adquiriendo con la práctica auxiliada por aquéllas.

2. Supongamos ya proyectada una obra: nuestro objeto se reduce á dividirla del modo mas ventajoso, para obtener con facilidad sus diferentes fracciones, las cuales unidas, puedan sostenerse mutuamente, presentando, con la estabilidad necesaria, el conjunto deseado: por consiguiente, hay que considerar tres partes en todos los problemas de Estereotomía que son:

1.<sup>a</sup> Fraccionamiento de una obra en varios cuerpos, subdividiendo cada uno de ellos en diferentes partes ó sea trazar el *aparejo* ó *montea*, que se construye sobre una superficie plana preparada con antelación; al encargado de esta operación se le llama *Aparejador*.

2.<sup>a</sup> Determinar las magnitudes de las caras y contornos de estas diferentes subdivisiones.

3.<sup>a</sup> Llevar á los sólidos las magnitudes halladas anteriormente, para cortarlos y obtenerlos con las formas debidas.

Sentado ésto, vamos á hacer aplicación de la Estereotomía al corte de piedras y maderas.

**3. Muros.**—Varias son las clases de muros que se construyen, según el uso á que se les destina; así es, que tanto por su forma, como por los materiales de que están compuestos, se distinguen con nombre diferente unos de

otros: hay muros *planos, cilíndricos, cónicos y alabeados*, pudiendo ser de *sillería, mampostería, ladrillo, tierra, etc.* y aplicándoseles, para limitar ciertos espacios, como son los de *fachada, medianeros, tabiques, cercas*; para reforzar los muros de fachada, que se llaman *traviesas*; para contener tierras ó sean de *terraplén*; para revestir excavaciones ó de *revestimiento, etc., etc.....*

Las superficies que limitan los muros, se llaman *paramentos*.

4. Los muros de sillería ó sean de piedra labrada, aunque presentan mayor resistencia que los otros, no se construyen con tanta frecuencia, por ser más costosos; sin embargo, casi todos los muros tienen de sillería las partes más expuestas á acciones enérgicas, con el objeto de reforzarlos, y por esta razón, se comprende la necesidad de estudiar la formación de aquéllos, para hacer aplicación en todos los demás.

5. Los muros de sillería están dispuestos por lechos ó hiladas horizontales, y á cada una de las piedras labradas se llama *sillarejo ó sillar*, según que para su colocación y manejo baste sencillamente la fuerza del obrero, ó se requiera, por ser su tamaño grande, el auxilio de alguna máquina.

Las caras del sillar que forman parte del paramento del muro, reciben el nombre de *caras de paramento*: las otras se llaman *juntas* y pueden ser de *lecho, sobre-lecho* (1) é *hilada*, que son respectivamente la inferior, la superior y las caras de unión de dos sillares de la misma hilada.

(1) A estas caras se las da también el nombre, de *inferior y superior* respectivamente.

Las hiladas están dispuestas de diferentes modos, según la colocación y magnitud de los sillares. Estos pueden ser *perpiaños*, *tizones* y *sogas*. Se entiende por *perpiaño* y *tizón*, aquellos sillares que tienen dos caras de paramento, con la diferencia de que el primero presenta sus aristas más largas en dirección de la longitud del muro, y el segundo en sentido del espesor. Las *sogas* solo tienen una cara de paramento, y cuando su espesor es muy pequeño, relativamente á las otras dimensiones, se llaman *losas* ó *losetas*. También se dice que una hilada está hecha á *soga* y *tizón*, aunque este último sillar no tenga más que una cara de paramento, cuando las aristas más largas de las piedras, están colocadas alternativamente en sentido de la longitud y del espesor del muro.

A las dos caras de paramento de un tizón, se llaman *cabezas*.

Limitándonos á los muros planos, pueden ser, *rectos*, *aviajados* (1), en *talud*, en *rampa* y combinaciones de éstos.

**6. Muro recto.**—El *muro recto* es aquél que tiene sus paramentos, verticales y paralelos (fig. 4.<sup>a</sup>). Los sillares A, B y C representan respectivamente un *perpiaño*, un *tizón* y una *soga*. Los huecos como el M se llenan de lo que mas conviene en cada localidad, aunque lo más general es que se haga una mezcla de mortero (2) y cantos, á la que se le da el nombre de *hormigón*; las caras de los sillares que forman el hueco, se dejan sin labrar.

El aparejo se traza por hiladas horizontales como se indica (fig. 2.<sup>a</sup>), teniendo cuidado que las juntas de hilada

(1) Ó *enviajados*.

(2) Mezcla de cal, arena y agua.

$ab$  y  $cd$ , no se correspondan con las juntas de la misma especie  $ef$  y  $gh$  de las hiladas inmediatas.

Esta observación es importante, porque de ella depende en parte, la mayor solidez del muro; sin embargo no es necesario exagerarla, exigiendo la igualdad de las caras de paramento, para que cada junta  $ab$  corresponda al medio de las juntas superior é inferior de los sillares B y C, lo cual ocasionaría un gran desperdicio de material.

La segunda parte del problema en este caso, no presenta la menor dificultad, pues las caras de los sillares son rectángulos, cuyos lados, por ser paralelos á los planos de proyección, están proyectados en sus justas dimensiones, y por consiguiente tenemos determinadas las magnitudes de aquéllas.

7. Es conveniente advertir, antes de pasar al trazado, que las piedras se extraen de las canteras en forma de prismas, cuyas bases son sensiblemente planas y paralelas, llamándose á las que forman el asiento en la cantera, *lechos de cantera*, y á aquéllos sólidos, *carretales*.

La experiencia ha demostrado que los carretales, son más resistentes en sentido normal á sus lechos, por consiguiente, al labrar cualquier piedra, procuraremos hacerlo de manera, que soporte en aquella dirección la carga que ha de sufrir: por ejemplo, en los muros, los lechos de cantera deben coincidir todo lo posible con los lechos y sobre-lechos de los sillares.

8. Para obtener el sillar B, buscaríamos un carretal de suficientes dimensiones y empezariamos haciendo plano uno de sus lechos de cantera con objeto de que sirva de sobre-lecho. En esta cara trazariamos un rectángulo de base  $mf$

y altura igual al espesor del muro, labrando á continuación cuatro caras perpendiculares á aquélla, que pasen por los lados del rectángulo, y sobre éstos, en las caras obtenidas, construiríamos rectángulos iguales á la junta de hilada y paramentos del sillar B; las cuales tenemos en la figura proyectados en sus justas dimensiones; por último, labraríamos la junta inferior, que estaría determinada por sus cuatro lados.

9. Veamos la manera de labrar planas dos caras de un carretal, perpendiculares entre sí, que es la única dificultad que pueden presentar las operaciones explicadas anteriormente. Sea el carretal M (fig. 3.<sup>a</sup>): aplíquese á una de sus caras la regla RR' y trácese por el borde superior de aquélla una raya, que será una línea plana: con el *cinzel* y la *maceta* (1) profundícese dicha línea, haciendo, con el auxilio del canto de la regla, una faja plana, semejante á la que está representada en ABCD, llamada *atacadura* ó *tirada*. En la cara opuesta del carretal, lábrese otra atacadura, cuyo plano sea el mismo que el de aquélla, para lo cual es necesario trazar una raya con esta condición; ésto se consigue, dejando sobre la primera atacadura una regla PP' como indica la figura, y haciendo que enrase el canto superior de la regla RR', colocada en la cara opuesta, con el inferior de la primera.

Para obtener plana la cara de esta piedra, se considera el canto de una regla como generatriz, que se irá apoyando sucesivamente en las dos atacaduras, que sirven de directrices; para lo cual, es preciso ir quitando con cuidado la

(1) Herramientas de cantero; la primera de hierro con boca de acero; la segunda, mazo para golpear sobre aquél (fig. 4.<sup>a</sup>).



parte de piedra comprendida entre ellas, y ésto se consigue, empezando por desbastarla con un *pico* (1), trabajo que se alisa con la *escoda* (2), haciéndolo más fino si es preciso, por medio de la *martellina* (3), y por último, si se desea dar pulimento á la cara labrada, se pone sobre ella arena muy cribada, y mojándola, se frota con un pedazo de pórfido (4).

Para labrar una cara perpendicular á ésta, se traza por medio de la *escuadra* una raya perpendicular á la cara labrada L (fig. 8.<sup>a</sup>); después se hace una atacadura en esta dirección y se continúan las operaciones como se ha explicado anteriormente.

Obtenido el sillar, se ponen signos en sus diferentes caras para distinguir las entre sí.

En la práctica, generalmente solo se labran las caras de paramento de cada piedra, dejando simplemente desbastadas todas las demás: ésto si bien es más económico, también es mucho peor, para la mayor duración de las obras, porque quedando las caras de las piedras entre sí, con una unión incompleta, aquéllas se arruinan con más facilidad.

Los antiguos, que dedicaban á la construcción de obras los esclavos hechos en la guerra, llevaron la labra de las

---

(1) *Pico ó pica*, herramienta de hierro que consta de dos puntas agudas aceradas y está enastado en un palo que sirve de mango (figura 5.<sup>a</sup>).

(2) O *trinchante*; herramienta de hierro á manera de martillo con dos cortes acerados (fig. 6.<sup>a</sup>).

(3) Llamada también *bujarda*; martillo con dientes muy finos (figura 7.<sup>a</sup>).

(4) Roca dura.

piedras, á un límite de perfección extraordinario, á lo cual es debida su conservación, á través de tantos siglos; pero en los tiempos actuales, que los obreros son ciudadanos y sus jornales caros, se sacrifica en aras de la baratura, la futura duración de las obras.

**10. Muro aviajado.**—El *muro aviajado* es aquél, que tiene sus paramentos verticales, pero no paralelos (figura 9.<sup>a</sup>).

El aparejo se traza por hiladas horizontales, pero á todos los sillares como el R, que forman parte del paramento PP', se les da un corte AC, en dirección normal á él, con objeto de evitar en dichas piedras, las aristas muy vivas BB', que resultarían no haciendo ésto, las cuales se romperían con facilidad.

**11.** La (fig. 10) representa las proyecciones de un sillar de esta especie y están en ellas, las magnitudes necesarias, en sus justas dimensiones, para tener determinadas todas las caras.

El corte de este sillar, se efectuará, labrando uno de los lechos, por ejemplo, el superior MN (fig. 11) y construyendo en él, la figura geométrica ABCDEF igual á la *abcdef* (fig. 10); después, por medio de la escuadra dirigida por el lado mayor AB, cortaríamos la cara lateral que pasa por él, trazando en ella el rectángulo ABB'A', de altura igual á la del sillar, y del mismo modo obtendríamos la junta inferior A'B'C'D'E'F'; por último, las caras laterales se cortarían ya con facilidad, pues basta observar que para la BC' se tienen tres directrices; construida ésta se tendrán otras tres para la CD', y así sucesivamente.

**12. Muro en talud.**—Se da este nombre al muro

que tiene un paramento vertical, y el otro, ligeramente inclinado por la parte superior, hácia aquél (fig. 42). Resulta de esta definición, que el mayor espesor de este muro, es en su base, y además, el espesor á la misma altura es uniforme, pues de otro modo sería el muro *aviajado en talud*.

Todo talud se mide por el ángulo  $a' b' c'$  (fig. 13), que forma la vertical con el paramento, ó por la relación  $\frac{a' c'}{b' c'}$ .

**13.** Este muro se apareja, salvo ligeras modificaciones, de un modo análogo á los anteriores. Los asientos de hilada no se disponen enteramente horizontales (1), porque los sillares del paramento en talud, tendrían aristas muy vivas, por ser agudo el ángulo  $e' n' a'$ , lo cual es conveniente evitar: se consigue ésto, dando á aquéllos el corte  $p' q'$ , perpendicular á la cara  $a' b'$ ; pero es necesario, labrar estas piedras con sumo esmero, para que encajen perfectamente los ángulos salientes  $e' p' q'$ ,  $r' s' t'$  etc..... de la segunda, tercera etc..... hilada, con los entrantes respectivos de las hiladas primera, segunda, etc....., pues de otro modo los sillares por no tener bien ajustado el asiento, se romperían con facilidad. A los sillares de la hilada inferior, se les da el corte  $q' b' d' f'$  para conseguir el mismo objeto sin disminuir su base, pues se podría cumplir solo aquél, por medio de un corte vertical trazado por  $b'$ , resultando un sillar más fácil de labrar: este procedimiento se emplea algunas veces, cuando nada importa reducir el espesor en la base de este muro.

---

(1) Cuando el talud es muy pequeño pueden serlo.

En este aparejo, también tenemos determinadas las magnitudes de los sillares, por ser prismas rectos, cuyas bases y alturas son respectivamente paralelas á los planos de proyección.

**14.** Para obtener uno de los sillares, por ejemplo el A', empiécese haciendo plano un lecho de cantera y trácese en él, el rectángulo GFMH igual á la junta inferior *gfmh* del sillar propuesto; después córtense á escuadra por los lados GF y HM las dos caras laterales, y constrúyanse en ellas las figuras geométricas GEPQBDF y HE'P'Q'B'D'M iguales á la *g'e'p'q'b'd'f'*; por último, lábrense las caras laterales GE', EP', PQ', etc. etc..... para lo cual servirán de directrices, en la primera, GH, GE y HE' y podremos trazar la EE'; en la segunda, la recta últimamente obtenida y las EP, E'P', y así sucesivamente.

Será conveniente hacer de madera, carton, hoja de lata ó palastro, una plantilla que tenga la figura de las bases de estos sillares; lo cual simplificaría el trazado sobre la piedra, cuando aquélla tuviera que repetirse diferentes veces.

**15. Muros en rampa.**—Estos muros solo difieren de los de talud en tener su paramento más inclinado. La (fig.<sup>a</sup> 14) representa uno de esta especie y fácilmente se comprenderá la disposición de su aparejo y las demás operaciones para obtener los sillares, pues son semejantes á las explicadas en el número anterior.

**16.** Cuando el muro tiene su base inclinada, se da á su aparejo una disposición análoga, en vez de poner las hiladas paralelas al suelo, con lo cual se evita que cargue todo su peso, sobre la parte inferior de él.

También se hacen muros con superficies alabeadas, que

tienen aplicación en la construcción de esclusas de los canales de navegación.

**17. Angulos.**—El enlace de los muros en los ángulos, se asegura por medio de un encorchetado, colocando alternativamente las aristas mayores de los sillares, paralelamente á cada muro (fig. 45): de este modo, se forman en ellos unos entrantes y salientes llamados *dentellones*, que encajan entre sí y dan mayor ligazón.

Es conveniente, á no ser el muro de perpiaños, que no haya junta de hilada en la esquina interior; siendo preciso para conseguir ésto, dar á las piedras la forma de *martillo* que indica el sillar B.

**18.** Si los muros se encuentran, formando un ángulo muy agudo A (fig. 46), será conveniente cortarlos por un chaflán *m n*.

Ninguna dificultad pueden ofrecer, las operaciones necesarias para obtener los sillares de los ángulos con las dimensiones debidas.

También se sustituye al chaflán plano *m n*, uno de forma cilíndrica ó cónica, según sean los paramentos exteriores verticales ó en talud, y ya se explicará mas adelante la manera de cortar las piedras con esta forma.

**19.** Las herramientas que hemos indicado (núm. 9) para efectuar el corte, son las generalmente usadas; sin embargo, varían algo sus formas según la calidad de las piedras empleadas. Se usan también las sierras para dividir las piedras, y en ocasiones se tornean mecánicamente, pero para esto último es preciso que las piedras sean blandas y muy homogéneas, pues de lo contrario romperian muchas herramientas.

La posición mas conveniente para labrar una piedra, es la de que el paramento que se trabaja, forme con la vertical, un ángulo de  $25^{\circ}$ .

## LECCIÓN 2.<sup>a</sup>

---

### DINTELES Y ARCOS.

---

**20. Vanos.**—Pocos muros se construyen enteramente continuos, pues es necesario dejar en ellos, *vanos* ó huecos, que son las puertas y ventanas, para dar paso á la luz, al aire, á las personas etc. etc.

Tres partes constituyen estos huecos, considerados en el paramento del muro, que son:

- 1.<sup>a</sup> La inferior llamada *umbral* ó *antepecho*, según sea el vano, puerta ó ventana.
- 2.<sup>a</sup> Las *jambas* ó sean las partes laterales, y
- 3.<sup>a</sup> La superior, á la cual se la da el nombre de *dintel*,

cuando la superficie que limita el vano es plana, y *arco* en el caso de ser curva.

**21.** Vamos á ocuparnos con preferencia de la tercera parte, pues las otras dos, después de estudiados los muros, no pueden presentar dificultad. Advertiremos antes, que los vanos en sentido del espesor del muro, se componen también de tres partes, llamadas *cuadro*, *alféizar* y *derrames*; las cuales tenemos representadas en la proyección horizontal (fig. 17).

La primera *m u v n* es la mas próxima al paramento exterior; la segunda *7 t j 8*, está destinada á recibir las maderas que cierran el vano; y por último, los derrames *8 k i 7*, que están limitados por superficies planas, por lo regular inclinadas hácia el paramento interior, con objeto de que se apoyen sobre ellos las hojas de las puertas, y pueda la luz esparcirse con más facilidad.

En las ventanas, pueden extenderse ó no los derrames hasta el suelo; en el primer caso, el muro quedaría reducido por bajo del antepecho, al espesor del cuadro y del alféizar, y en el segundo, se forma en la parte interior una meseta, llamada *pozo*.

**22. Dinteles.**—Los dinteles solían construirse antiguamente de una sola pieza llamada *arquitrabe*, pero como no siempre se disponía de piedras que tuvieran la solidez y dimensiones necesarias, para hacer los dinteles de este modo, se recurrió al fraccionamiento de ellos, de un modo conveniente; habiendo demostrado la experiencia, que á igualdad de condiciones, ofrecen éstos mas resistencia que aquéllos.

La estructura especial del dintel, formado de éstas diferentes partes, que por su mútuo apoyo presentan suficiente estabilidad y resistencia, se llama *bóveda*; debiendo



advertir, que tanto en el arco como en el dintel, el carácter de bóveda no lo da la forma de ellos, sino su aparejo, el cual es necesario esté compuesto de diferentes cuñas, que se sostengan mutuamente por su propio enlace.

Las superficies interior y exterior de una bóveda, ó sean sus paramentos, reciben el nombre de *intradós* y *trasdós* respectivamente.

La razón natural indica desde luego, que las cuñas, llamadas *dovelas*, deben ser mas anchas por la parte *a' b'* del trasdós (fig. 47), que por el intradós *3'-4'*, para que no puedan deslizarse en virtud de su propio peso; además, como cada dovela tenderá á separar las dos contiguas, resultará sobre las jambas una fuerte presión, por lo cual es necesario, que tengan aquellas suficiente resistencia.

Los sillares que forman las jambas, se llaman *tranqueros*, y son *sencillos* ó *dobles*, según correspondan á un vano ó dos á la vez.

**23.** El aparejo de un dintel se dispone, construyendo sobre la longitud del intradós *m' n'*, el triángulo equilátero *m' n' o'* y dividiendo aquel lado en un número impar de partes iguales. Las rectas *3' a'*, *4' b'*, *5' c'* etc. etc... que pasan por *o'*, y por los puntos de división de *m' n'*, determinan las caras *3' a' b' 4'*, *4' b' c' 5'*, etc. etc... de las dovelas, y también sus juntas, proyectadas en *4' b'*, *5' c'* etc. etc...; que aquí son las que reciben el nombre de *lecho* y *sobrelecho*.

El dividir en un número impar de partes iguales el lado *m' n'*, tiene por objeto evitar la junta vertical que resultaría de otro modo en el centro del dintel: contruidos así, la experiencia ha demostrado que cuando se rompen, lo hacen

abriéndose hácia las aristas proyectadas en 3' y 4' de la dovela del centro, que se llama *clave*, por consiguiente si ésta estuviera partida, se unirían los dos esfuerzos y resultaría ménos estabilidad al dintel. Otro de los puntos en que suelen abrirse los dinteles, es por las aristas  $p'$  y  $q'$  de las dovelas laterales: para evitar ésto, se les da la forma 6'  $d' e' f' g' n'$ , llamada de *salta caballo*, que impide que se deslicen por la parte superior  $n' q'$  de las jambas, que á su vez tienen el nombre de *salmeres*. Conviene en ocasiones y con el mismo fin, dar á las juntas siguientes el corte 6'  $x' y' z'$ , pero es necesario labrar estas dovelas con mucho esmero por lo que ya se dijo (núm. 43). El corte  $x' y' z'$  se hace solamente en una parte del espesor de la dovela, con objeto, de que el frente del dintel, no presente á la vista un aspecto desagradable.

De todos modos, deben dejarse planas las juntas de la clave y las de sobre-lecho de las dovelas inmediatas ó *contra claves*, para que aquélla, por su propio peso, pueda descender todo lo necesario y ajuste perfectamente el dintel.

**2-1.** Cuando son muchas las divisiones del lado  $m' n'$ , resultan muy vivas las aristas del intradós, en las dovelas mas próximas á las jambas: este defecto se corrige, dando á aquéllas el corte  $h' h', r' r'$  etc., para lo cual, se traza la recta  $s' s'$  paralela á la  $m' n'$ , y á una distancia de ella de 3 á 5 centímetros, y por los puntos  $h', r'$  etc. se bajan perpendiculares á el intradós.

Siendo difícil aparejar los dinteles del modo indicado anteriormente, por la necesidad de que sus ajustes sean muy perfectos, se prefiere muchas veces, dejar planas las juntas de las dovelas, y atravesar todas ellas y los salmeres,

con una barra de hierro que tiene en sus extremos dos tuercas, con objeto de fijarla.

**25. Aplicación.**—Después de haber expuesto cuales son los aparejos más convenientes en los dinteles, pasemos á hacer aplicación de uno de ellos y supongámosle cortado por el plano vertical de simetría  $xy$  (fig. 48) con objeto de no representar mas que la mitad de la figura.

Sean  $yz$  y  $uv$  las trazas horizontales de los paramentos del muro recto, donde se quiere abrir una puerta y  $uabcdey$  la proyección del umbral. Dada la altura que debe tener el dintel y los espesores de éste y de las jambas, fácilmente se puede construir la proyección vertical de la puerta que se desea.

El aparejo se traza como se dijo en el párrafo anterior, determinando el punto  $o'$ , y haciendo pasar por él y por los puntos de división del intradós, planos perpendiculares al vertical. Supongamos que las juntas de todas las dovelas sean planas, excepto la de lecho, en la dovela  $m'q'r's'h'a'$  á la cual se le ha dado la forma de *salta-caballo*: fijémonos en esta dovela, para encontrar la magnitud de sus caras, y para presentar la cuestión con la mayor sencillez consideremos aquélla aislada (fig. 49).

Las diferentes caras que constituyen esta dovela, son las siguientes: las  $(m'q'r's'h'a')$  ( $ms$ ), y  $(p'q'r's'h'k')$  ( $ps$ ), llamadas *cabezas de la dovela*; la junta de sobre lecho  $(m'q')$  ( $mqqppnnm$ ); la junta de lecho, que está compuesta de dos partes, la cara  $(a'h')$  ( $ahhktta$ ), y otra horizontal que es el rectángulo  $(h's')$  ( $hssh$ ); el trasdós, que se compone de dos rectángulos, uno horizontal  $(q'r')$  ( $qrrq$ ), y otro vertical que tiene por dimensiones el espesor del muro



y la recta  $r' s'$  (1): por último, el intradós, formado por cuatro caras, las cuales son, un rectángulo ( $m' a'$ ) ( $m m a a$ ) que pertenece al cuadro; un trapecio ( $m' n' t' a'$ ) ( $m t$ ), y un rectángulo ( $n' t'$ ) ( $n n t t$ ) que forman parte del alféizar; y un trapecio ( $n' p' k' t'$ ) ( $n p k t$ ) que también forma parte de la superficie, que se extiende entre los derrames por la parte superior, la cual puede ser plana, como en este caso, ó curva; en ambos, constituye con las partes superior del cuadro y del alféizar, lo que se llama *capialzado ó cerramento*.

Como puede observarse, excepto la última cara, las demás aunque no sean todas paralelas á los planos de proyección, tenemos en éstos proyectados en sus justas dimensiones, los elementos necesarios para construirlas con facilidad; y en el caso de no ser así, obtendríamos las magnitudes de aquéllas, por los medios que enseña la Geometría Descriptiva.

La junta de sobre-lecho, por ejemplo, si la hacemos girar alrededor del eje perpendicular al plano vertical, cuya traza es el punto  $m'$ , hasta confundirla con el plano horizontal, tomará la posición  $m m n'' n'' p'' q'' q''$  y se ve, que todos sus elementos eran conocidos, menos el lado  $p'' n''$  y los ángulos adyacentes. Lo mismo sucede con una de las caras de la junta de lecho, que se puede construir con facilidad y hallar su magnitud  $a b c d e f g$  (fig. 20).

**26.** Para obtener esta dovela, buscaríamos un carretal que tuviera una longitud, contada en sentido de sus lechos, igual al espesor del muro, y que sus bases, perpendiculares á aquella dirección, fueran de dimensiones suficientes para

---

(1) Esta última cara más bien forma parte del muro que del trasdós del dintel.

construir en ellas las cabezas; pero de tal manera, que las juntas de lecho ó sobre-lecho, coincidieran con los lechos de cantera (núm. 7), ó tuvieran aquéllas, una dirección promediada con éstos.

Supongamos que XYZV (fig. 21) representa el carretal conveniente. Empiécese como otras veces haciendo plano uno de sus lechos, por ejemplo el XV y trácese en él, la figura MM'N'N'P'Q'Q', igual á la junta de sobre-lecho: por los lados MQ y Q'P prolongados lo suficiente, lábrense dos caras planas perpendiculares á la anterior, y en ellas, sobre dichos lados, constrúyanse las cabezas MQRSHA y P'Q'R'S'H'K, exterior é interior, iguales respectivamente á las mismas caras de la dovela; después hágase plana la cara AHH'K, por medio de las directrices AH y H'K, y trácese en ella la figura AHH'K'T'T'A', igual á la *abcde fg* (fig. 20), de la junta de lecho. Por último, ya tenemos las directrices suficientes para labrar las caras restantes: en efecto, para las MA', M'T, N'T' y N'K, se tienen las MM', AA'; M'N, A'T; NN', TT', y N'P, T'K, y para las caras QR', RS' y SH', las directrices QR, Q'R'; RS, R'S', y SH, S'H'.

De un modo análogo obtendríamos las demás dovelas de este dintel.

**27. Arcos.**—Ya hemos dicho, que la parte superior de los vanos cuando era curva se llamaba *arco*. El arco es generalmente una superficie cilíndrica, cuya sección recta varía de forma y según sea ella, aquél es de diferente clase.

Aunque casi siempre se emplea el arco de *medio punto*, llamado así, al que tiene por sección una semi-circunferencia, vamos á indicar la forma de algunos otros.

:

*Escarzano* es el arco circular de menos de  $180^\circ$  (figura 22); y de *medio punto peraltado* (fig. 23) es el semicircular levantado á plomo sobre el plano superior de las *impostas* (1).

La distancia *a b* (fig. 22) en un arco cualquiera, se llama su *abertura ó luz*, y su *flecha ó sagita*, la *c d*.

Cuando la sección es una semi-elipse á el arco se le da el nombre de *elíptico*, y puede ser *rebajado ó peraltado*, según sea la flecha, el semi-eje menor ó mayor. Un arco muy parecido á éste, es el *carpanel ó apainelado*, cuya sección está formada de 3 á 11 arcos de círculo; tiene sobre aquél la ventaja de no necesitarse mas que una plantilla para cortar el intradós en todas las dovelas, que pertenezcan al mismo arco de círculo.

Se llama arco *apuntado, gótico ú ojival* el que está compuesto de dos arcos de círculo secantes (fig. 24): la ojiva puede ser *equilátera, obtusa ó aguda*, según sea el ángulo que formen aquellos arcos, lo cual dependerá, de que la distancia de los centros *o o'*, sea igual, menor ó mayor que la abertura.

Arco *descendente* es aquél cuyos extremos ó arranques están situados en una recta inclinada; generalmente se compone de dos arcos de círculo y se traza del modo siguiente. Supongamos que se da el arranque inferior *m* (fig. 25) y la tangente *a b* al vértice. Levántese la perpendicular *m a* á la horizontal *m h* y tómesese *a c* y *c b* iguales á *a m*: el extremo superior del arco quedará determinado por la intersección de las rectas *m n* y *b n* paralelas á *a b* y *a m*.

---

(1) Faja ó cornisa M y M, sobre la cuál va asentado un arco ó bóveda.

Trazando la perpendicular  $co$  á la recta  $ab$ , obtendremos los centros  $o$  y  $o'$  de los dos arcos de círculo, en la intersección de aquella recta con la  $mh$  y la paralela á ella  $no'$ , por que resulta  $mo=oc$ , y  $co'=o'n$ .

Cuando el arco es circular y tiene mas de  $180^\circ$  se le llama *árabe* ó *morisco*, y por último se da el nombre de arco de *herradura* á uno semejante al anterior, pero que está compuesto de varios arcos de círculo ó elipse.

**28.** El trasdós de un arco puede estar limitado por caras planas ó por superficies curvas: en el segundo caso, podrá suceder que el espesor del arco sea ó no uniforme, pero cualquiera que sea su forma, hay que tener siempre en cuenta, el espesor del arco en la clave, para que presente aquél la estabilidad necesaria. El valor de dicho espesor se puede determinar por medio de fórmulas empíricas (1).

De las diferentes disposiciones indicadas, sanciona la práctica como más conveniente, la que tiene el espesor desigual y el trasdós curvo, limitándolo (fig. 26), por medio de un arco de circunferencia trazado desde el punto  $o'$  como centro y con un radio

$$o'a = c + \frac{7}{4} r$$

Llamando  $e$  el espesor  $ab$  de la clave, y  $r$  el radio  $ob$  del intradós. En los arcos *carpaneles*, se toma por  $r$ , el valor del radio medio de curvatura, y en los *elípticos* la media aritmética de los semi-ejes.

(1) La fórmula de Perronet,

$$e = 0'0347 l + 0'325$$

sirve para los arcos de medio punto, escarzanos y carpaneles;  $l$  representa la luz de aquéllos.

De esta construcción resulta, que el espesor del arco, aumenta hácia los arranques; y de este modo, resistirán mejor las dovelas inferiores, que se apoyan en el muro, el empuje de las superiores.

La curva del trasdós, puede terminar en la vertical de uno de los paramentos donde descansa el arco, ó llegar hasta una intermedia; en este caso conviene dar cortes horizontales á las dovelas inferiores.

**29.** Cualquiera que sea la forma que tenga el arco que se considere, para trazar su aparejo, se dividirá el intradós en un número impar de partes iguales, con el mismo objeto y por idénticas razones que se dijo en el dintel.

**30. Aplicación.**—Veamos ahora la manera de construir las dovelas de un arco, por ejemplo, de *medio punto* y espesor uniforme.

Prescindamos de la representación total del vano, limiándonos á hacerlo de su parte superior, de manera, que suponemos las caras de *lecha* de las dovelas de arranque, (fig. 27) confundidas con el plano horizontal de proyección (1).

Sean las rectas *fk* y *gh* las trazas de los paramentos del muro exterior é interior respectivamente, y *abcdeijlrs* la proyección horizontal del umbral: con estos datos, podemos hallar fácilmente la proyección vertical del arco,

---

(1) Llamadas *almohadones*, cuando tienen, como en este caso el lecho horizontal y el sobre-lecho inclinado. Se distingue del *salmer* en que éste es parte de la jamba y el almohadon lo es del arco.

Las dovelas que se colocan sobre los almohadones reciben el nombre de *contra-almohadones*.

En el ejemplo propuesto como solo se ha dividido en cinco partes el intradós del arco, resulta que son las mismas dovelas, los *contra-almohadones* y *contra-claves*.



para lo cual bastará trazar desde el punto  $o'$  como centro, semi-circunferencias de diámetros iguales á las magnitudes  $fk$ ,  $ei$ ,  $cl$ , y  $as$ .

Se dispone el aparejo en este caso, dividiendo la semi-circunferencia  $e' m' n' i'$ , en varias partes iguales y para mayor sencillez, supongamos sean cinco. Por el eje  $o-o$  y por los puntos  $n'$ ,  $m'$ , etc. de división, háganse pasar diferentes planos, que serán normales al intradós y determinarán las dovelas de este arco.

Obsérvese, que estas dovelas resultan iguales entre sí, por ser partes iguales de una misma superficie de revolución, cuyo meridiano es el polígono  $abcdefg$ ; por consiguiente, esta circunstancia simplificará la segunda parte del problema.

Cada dovela está limitada por las caras siguientes; las cabezas iguales á  $m' n' q' p'$  y  $x' z' q' p'$ ; las juntas de lecho y sobre-lecho, iguales entre sí á la figura  $abcdefg$ ; el trasdós, que es una superficie cilíndrica recta, que tiene el arco  $p' q'$  por directriz y por generatriz una recta igual al espesor del muro; y por último, el intradós, compuesto de cuatro caras, dos cilíndricas cuyas directrices son los arcos  $m' n'$  y  $u' v'$  y sus generatrices respectivas las rectas  $ed$  y  $cb$ ; el cuadrilátero mixtilíneo  $m' n' v' u'$ , y una superficie cónica de revolución cuyas directrices son los arcos  $u' v'$  y  $x' z'$ .

**31.** Para obtener la dovela proyectada en  $m' n' q' p'$ , elíjase un carretal (fig. 28), que tenga una longitud igual al espesor del muro, y sus caras perpendiculares á aquella dirección, las dimensiones suficientes para contener las cabezas de la dovela.

Hágase plano, uno de los lechos de cantera y trácese en él, por medio de plantilla, que en este caso será conveniente emplear, la junta superior  $M P P' X U' U M'$  igual á  $abcdefg$  (fig. 27): córtense luego dos caras perpendiculares á ésta, con el auxilio de la escuadra y las rectas  $M P$  y  $P' X$ , y constrúyanse en ellas las figuras  $M N Q P$  y  $X P' Q' Z$ , iguales á las cabezas exterior é interior. Después, hágase plana la cara de lecho, por medio de las directrices  $Q N$  y  $Q' Z$ , y trácese en ella el polígono  $N Q Q' Z V' V N'$  correspondiente á esta junta.

Para cortar la superficie cilíndrica del trasdós, servirá de generatriz el canto de una regla, que se irá sucesivamente apoyando en los puntos  $1, 1'; 2, 2'$ ; etc... de los arcos  $Q P$  y  $Q' P'$ , los cuales se señalarán tomando las cuerdas  $Q 1 = Q' 1'$ ;  $Q 2 = Q' 2'$ ; etc.

Las superficies cilíndricas cóncavas correspondientes al cuadro y á el alféizar se labrarán por medio de plantillas curvas (fig. 29), llamadas *cerchas*, que tengan su curvatura igual á la de los arcos  $m' n'$  y  $u' v'$  (fig. 27), de la sección recta de aquéllas, las cuales se apoyarán respectivamente en los lados  $M M', N N'$ , y  $U U', V V'$ ; siendo necesario señalar en ellos, puntos intermedios, que disten igualmente de los extremos, para aplicar la cercha con mayor precisión.

Al cortar la superficie cilíndrica correspondiente al alféizar, se tendrá cuidado de no rebasar el arco que pasa por  $U V$ , para no inutilizar la cara plana  $M' U V N'$ , la cual se labrará con facilidad.

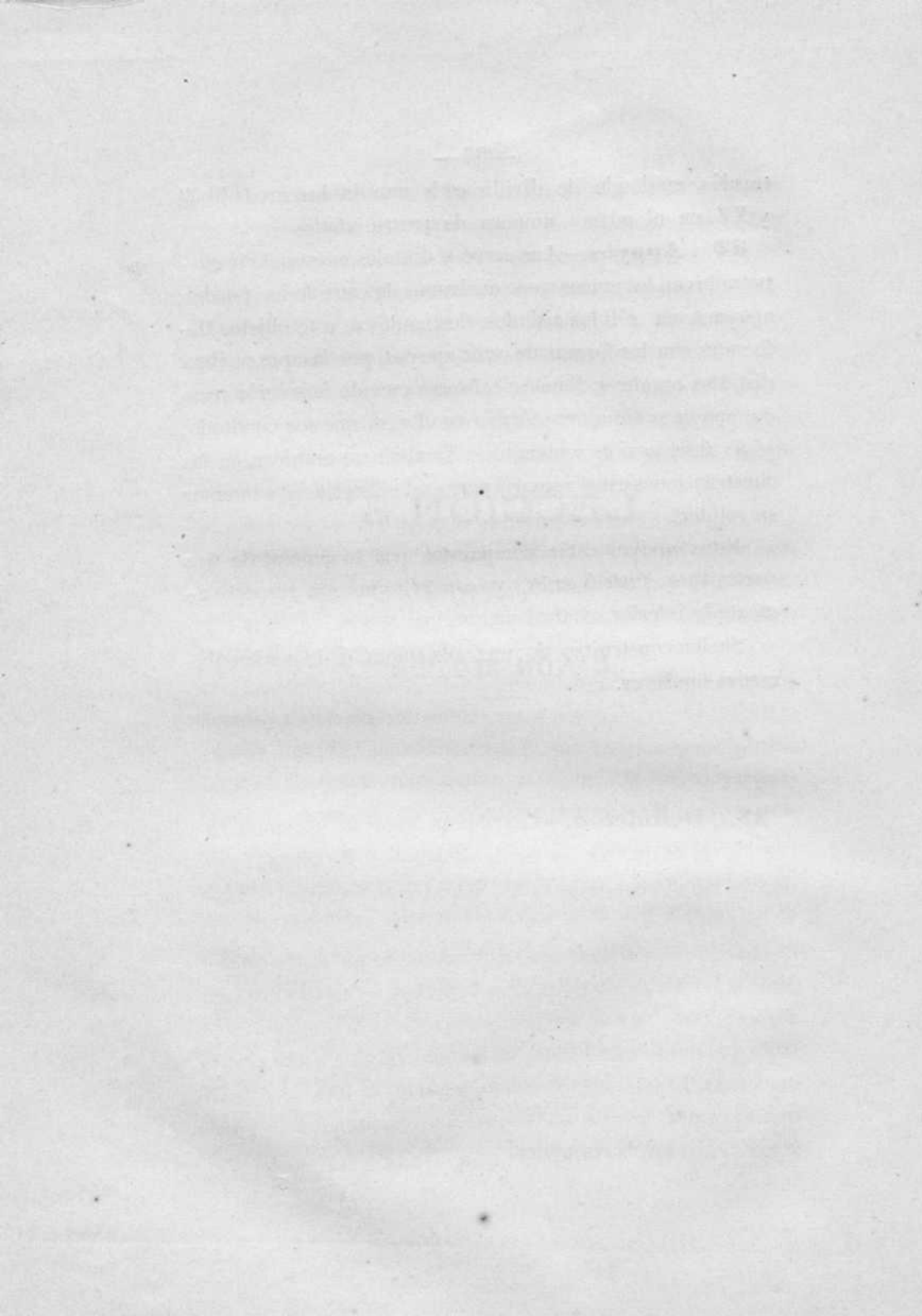
La superficie cónica correspondiente á la cara restante, se obtendrá de un modo semejante á la cara cilíndrica del

trasdós, cuidando de dividir cada uno de los arcos U' V' y XZ, en el mismo número de partes iguales.

**32. Apoyos.**—Los arcos y dinteles en vez de ir em-  
potrados en los muros como acabamos de considerar, pueden  
apoyarse en sólidos aislados, destinados á este objeto. Di-  
ferentes son las formas de estos apoyos, por las que reciben  
distintos nombres: llámase *columna* cuando la sección recta  
del apoyo es circular; *pilastra* en el caso que sea cuadrada,  
y *pie derecho* si es rectangular. También se emplean en las  
construcciones estos apoyos, para embellecerlas y aumentar  
su solidez.

Estos apoyos están compuestos por lo general de tres  
partes *basa*, *fuste ó caña*, y *capitel*, que son respectiva-  
mente la inferior, central y superior.

Suelen construirse de una sola pieza, ó de varias lla-  
madas *tambores*.



## LECCIÓN 3.<sup>a</sup>

---

### CAÑÓN SEGUIDO.

---

**33. Definición.**—Cuando un arco se prolonga en sentido de su espesor, se le da el nombre de *bóveda*; pudiendo ser el género de éstas, *cilíndricas*, *cónicas* ó *alabeadas*.

Las *bóvedas cilíndricas* se clasifican de un modo semejante á los arcos; de todas ellas la más general, es el *cañón seguido*, tanto por su sencillez, como por la aplicación constante que de él se ha hecho, en las construcciones antiguas y modernas. El intradós del cañón seguido, es una superficie que tiene por sección recta una semi-circunferencia y sus generatrices son horizontales.

:

**34. Aparejo.**—Se dispone el aparejo de estas bóvedas, por hiladas horizontales de dovelas, cuidando que las *juntas de hilada* ó sean las caras de contacto de dos dovelas de la misma hilada, no se correspondan con las juntas de la misma especie de las hiladas inmediatas; análogamente á lo que se dijo en los muros: también, todo cuanto se ha explicado en los arcos, referente á la forma del trasdós, número de dovelas y sus juntas de lecho y sobre-lecho, puede aplicarse á las bóvedas cilíndricas, llamándose aquí *estribos*, á los machones con que se refuerzan los muros donde descansan aquéllas, es decir que los estribos en este caso sustituyen á las jambas (1).

**35. Aplicación.**—Veamos la manera de trazar el aparejo de un cañón seguido, y para más sencillez prescindamos de la representación de toda su parte inferior, suponiendo que el plano horizontal de proyección coincida con el lecho de los almohadones.

Sea  $x y$  (fig. 30) la traza del frente de la bóveda y  $\alpha$  el ángulo de su talud: fácilmente hallaremos la traza vertical  $V''$  de aquel plano, construyendo el ángulo  $\alpha$   $5 V''$  igual á  $\alpha$ .

Consideremos para la representación vertical del aparejo, el plano perpendicular al eje del cañón, y supongamos que la sección recta del intradós sea igual á la semi-circunferencia  $V'-2'-V'$ . Completaremos esta proyección vertical,

---

(1) La siguiente fórmula de Roy determina el espesor de los estribos, en las bóvedas de medio punto y rebajadas.

$$x = 0'2 + 0'3 \left( \frac{1}{2} l + 2e \right)$$

$l$  y  $e$  representan respectivamente la luz, y el espesor de la clave.

haciendo las mismas operaciones que hemos indicado para los arcos, y en el caso como el que consideramos, que sea curva la superficie del trasdós y desigual el espesor de la bóveda, aplicaremos lo que se dijo (núm. 28.)

Para hallar la proyección horizontal del aparejo, empezaremos por determinar las proyecciones de los arcos  $4'-2'-4'$  y  $5'-6'-8'$ , correspondientes al frente, ó sean sus *cimbras* (4) en el talud.

Un punto cualquiera de ellos, por ejemplo el  $n'$ , se proyectará en el segundo plano vertical, sobre la traza  $V''$ , y á una distancia de la línea de tierra  $L'T'$ , igual á la que hay desde  $n'$  á la  $LT$  del otro sistema; luego hallando por las condiciones indicadas el punto  $n''$ , se obtendrá la proyección horizontal  $n$  en la intersección de las dos proyectantes  $n'n$  y  $n''n$ . Del mismo modo hallaremos las proyecciones de cuantos puntos sean necesarios, para trazar las curvas  $4-2-3.....$  y  $5-6-7.....$ ; pero los de esta última, se pueden encontrar aún mas fácilmente, uniendo los puntos  $4, 2, 3,.....$  con el  $o$ , y las rectas que resulten serán las proyecciones horizontales, de las intersecciones de las juntas de lecho y sobre-lecho de las hiladas, con el plano del talud: como los puntos  $6', 7',.....$ , pertenecen á estas intersecciones, las proyectantes  $6'-6, 7'-7,.....$  determinan las proyecciones  $6, 7,.....$ , que se desean.

Las hiladas de dovelas quedarán representadas, trazando por los puntos  $4, 2, 3,.....$  y  $5, 6, 7,.....$  perpendiculares á la línea de tierra: dichas rectas, las consideramos limitadas

---

(1) También se llama cimbra al armazón de madera, sobre el cual se construyen los arcos y las bóvedas.

por el plano vertical cuya traza es  $u z$ , el cual determina la longitud de la bóveda.

Cada hilada, se dividirá en varias dovelas, teniendo presente lo que se indicó en el número anterior respecto á sus juntas.

**36.** Una vez construido el aparejo, pasemos á determinar las magnitudes de las caras de estas dovelas, y tomemos en consideración la  $(a' b' c' d' m' n' p' q')$  ( $a b c d m n p q$ ), que tiene la forma de un tronco de prisma mixtilíneo, y podemos hacer su desarrollo como se ha explicado en Geometría Descriptiva.

La sección recta de este prisma, que es igual á la cara  $(a' b' c' d')$  ( $a b c d$ ) está proyectada verticalmente en sus justas dimensiones y también lo están en la proyección horizontal, las aristas laterales: luego en la prolongación de  $a c$ , tómanse las magnitudes  $d_1 a_1$ ,  $a_1 b_1$ ,  $b_1 c_1$  y  $c_1 d_1$ , iguales á los lados y arcos rectificadas  $d' a'$ ,  $a' b'$ ,  $b' c'$  y  $c' d'$ , y llévense sobre las perpendiculares á  $d_1 d_1$ , trazadas por los puntos  $d_1$ ,  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $c_1$  y  $d_1$ , las longitudes de las aristas respectivas, y continuando así, obtendremos las juntas de lecho y sobre-lecho en  $n_1 c_1$  y  $q_1 a_1$ , y en  $p_1 d_1$  y  $m_1 b_1$ , el trasdós é intradós respectivamente.

Sólo falta encontrar la magnitud de la cara  $(m' n' p' q')$  ( $m n p q$ ), pero no siendo necesaria para el trazado sobre la piedra, prescindiremos de ella.

**37.** Dos procedimientos pueden emplearse para cortar las piedras y si hasta ahora no los hemos indicado, es por que la sencillez de los problemas propuestos, no permitian hacer ver con claridad la diferencia que entre ellos existe.

Uno de los métodos llamado por *escuadría*, consiste en



labrar primero un prisma mixtilíneo recto que tenga por altura la longitud  $bn$ , y que sus bases sean iguales á la cara ( $a'b'c'd'$ ) ( $abcd$ ). Para obtener este prisma (fig. 31), se construye en un lecho del carretal, el rectángulo  $ADQ'M$  de base y altura iguales á  $bn$  y  $a'd'$  (fig. 30); después se labran las bases, perpendiculares á ésta, y en ellas se trazan las figuras  $ABCD$  y  $M'N'P'Q'$  de la forma de la cara indicada, cortando á continuación, las dos superficies cilíndricas y la junta de lecho, por medio de las directrices  $DC$ ,  $Q'P'$ ;  $A'B$ ,  $M'N$ , y  $BC$ ,  $NP'$ , resultando el prisma mixtilíneo recto que se desea. Sólo falta para tener la dovela completa labrar la cabeza, para lo cual construiríamos los trapecios  $ADQM$ , y  $BCPN$ , iguales á las juntas correspondientes, y por medio de las directrices  $QM$  y  $PN$ , y las curvas  $MN$  ó  $PQ$ , trazadas con plantillas flexibles sacadas del desarrollo, cortaríamos dicha cara.

**38.** Al otro método se le da el nombre de *baibel* (1) ó *falsaregla* (2); porque con el auxilio de estos instrumentos se cortan las caras sucesivas, aunque no sean planas, ni perpendiculares entre sí.

Supongamos que se considera la misma dovela que anteriormente; empezaremos labrando en el carretal uno de sus lechos, y construyendo en él, el trapecio  $ADQM$  (fig. 32), igual á la junta de sobre-lecho; después, por medio de la recía  $AM$  como directriz y una falsaregla, puesta con la

---

(1) *Baibel*, instrumento que se reduce (fig. 33) á una tabla cortada, de suerte que forme un ángulo mixtilíneo, igual al que los lechos de una dovela forman con el intradós.

(2) Regla compuesta de otras dos (fig. 34), las cuales están unidas en un extremo por medio de un eje, de modo que puedan girar alrededor de él.

abertura igual al ángulo rectilíneo  $d' a' b'$  (fig. 30), cortaremos una cara plana, en la cual trazaremos el trapecio rectángulo  $ABNM$  inscrito al intradós de la dovela, y de la misma manera obtendremos la junta de lecho  $BCPN$ . Podemos ya cortar el plano de la cara  $ABCD$  sirviendo de directrices las rectas  $AD$  y  $BC$ , y trazar en ella la figura que debe tener la misma: á continuación labramos las superficies cilíndricas, por medio de cerchas (fig. 35), que tengan la curvatura cóncava y convexa correspondiente á la convexidad y concavidad de los arcos  $d' c'$  y  $a' b'$ , señalando diferentes puntos en las aristas  $DQ$ ,  $CP$ ,  $AM$  y  $BN$ , equidistantes de los vértices  $D$ ,  $C$ ,  $B$  y  $A$ ; aplicando las plantillas del desarrollo de estas caras se trazarán las curvas  $QP$  y  $MN$ , y fácilmente se terminará la dovela.

**39.** Con el baibel podríamos haber obtenido desde luego la cara cilíndrica del intradós, en vez de la plana inscrita á ella, y con la plantilla igual á  $a_1 b_1 n_1 m_1$  (fig. 30), trazariamos la arista  $BN$  (fig. 32); cortando después con el mismo baibel, en este caso, la junta de lecho, continuaríamos como anteriormente.

**40.** Obsérvese que para cortar estas dovelas podíamos haber prescindido en el desarrollo, de determinar la magnitud de sus caras planas, por que los elementos necesarios para construir las, los teníamos en las proyecciones del aparejo.

**41.** Comparando los dos métodos indicados, se vé, que el de escuadria ofrece desde luego mayor precisión que el de baibeles; pero en cambio éste tiene la ventaja sobre aquél, de ser más económico, pues se invierte menos tiempo y no se desperdicia tanto material, de manera que según sea la importancia de la obra se escojerá uno ú otro.

**42. Otra aplicación.**—Aunque no se explicó en la Lección 1.<sup>a</sup>, el aparejo del muro *aviajado en talud*, se comprende que no debe éste ofrecer dificultad alguna, por ser una combinación de los muros de dichos nombres; por lo tanto, podremos suponer que el cañón seguido penetra en un muro de aquella especie.

Consideremos como en el caso anterior, el plano horizontal de proyección, confundido con los lechos de los almohadones y el vertical, perpendicular al eje de la bóveda.

Sean  $zu$  y  $xf$  (fig. 36), las trazas de los paramentos del muro y esta última la correspondiente al talud. La proyección vertical del aparejo se construiría como otras veces, y supongamos en este caso, limitado el trasdós por caras planas, horizontales y verticales.

Se determinará la proyección horizontal del frente de la bóveda, correspondiente al talud, hallando primero la traza  $V''$  de dicho plano en uno vertical que sea perpendicular á él: todos los puntos  $a', b', \dots$ , se proyectarán sobre la recta  $V''$  en este segundo plano vertical, y á igual distancia de la línea de tierra  $L'T'$  que aquéllos con respecto á  $L'T$ ; luego en la intersección de las proyectantes  $a'a$  y  $a''a$ ;  $b'b$  y  $b''b$ ; etc..... obtendremos las proyecciones de los puntos de la curva  $ba4$ ..... Las rectas  $ob, oa, \dots$  que resultan uniendo los puntos  $b, a, \dots$  con el  $o$ , serán las proyecciones de las intersecciones de los lechos con el frente, las cuales se limitarán por medio de las proyectantes  $e'c, e'e$ ..... Completaremos las proyecciones de las cabezas de cada una de las dovelas, trazando por los puntos hallados  $e, e, \dots$ , perpendiculares á la línea de tierra, y paralelas á

la traza  $\alpha f$  del talud; porque las proyecciones verticales de estas rectas indican que es ésta su dirección.

La proyección de la recta  $j' k'$  se encontrará, determinando la de un punto de ella, por ejemplo el  $j'$ , por medio del segundo plano vertical, y del mismo modo que se han hallado las proyecciones  $a, b, \dots$

Para terminar el aparejo, solo falta trazar por los diferentes vértices de estas cabezas, rectas perpendiculares á la línea de tierra y tendremos así representadas las hiladas de las dovelas, las cuales dividiremos de una manera conveniente.

**43.** Diferentes caras constituyen estas dovelas, todas ellas planas, excepto la que forma parte del intradós, que es cilíndrica; ésta la desarrollaremos fácilmente, por tener las generatrices paralelas al plano horizontal y su sección recta al vertical.

Supongamos que se quieren hallar las magnitudes de las caras correspondientes á la dovela ( $a' b' c' d' e' m' n' p' q' r'$ ) ( $a b c d e m n p q r$ ): sobre la prolongación de la recta  $z u$ , tómese la magnitud  $n_1 m_1$ , igual á la rectificación del arco  $n' m'$ , y levántense en sus extremos, las perpendiculares  $m_1 a_1$  y  $n_1 b_1$ , iguales á las aristas  $m a$  y  $n b$ ; hállese algún otro punto intermedio á los  $a_1$  y  $b_1$ , como está indicado en la figura, y uniendo éste con aquéllos obtendremos en  $m_1 n_1 b_1 a_1$ , el desarrollo del intradós de la dovela.

Las caras laterales restantes, son trapecios rectángulos, cuyas bases y alturas tenemos proyectadas en sus justas dimensiones; por ejemplo, la cara de lecho, tiene por bases las rectas  $n b$  y  $e p$ , y por altura  $n' p'$ ; una de las cabezas es igual á  $m' n' p' q' r'$  por ser paralela al plano vertical, y la otra no hace falta para el trazado sobre la piedra.

**44.** La curva  $a_1 b_1$  puede tener un punto de inflexión, y para determinarle, trácese por uno cualquiera ( $s''$ ) ( $s$ ), la perpendicular ( $s'' y''$ ) ( $s y$ ) al plano del talud; hállese su traza en el plano vertical del primer sistema, y la recta  $y' s'$ , será paralela á las trazas verticales de los planos tangentes al intradós, perpendiculares al talud; luego trazando la recta  $o' h'$ , perpendicular á  $y' s'$ , el punto ( $h'$ ) ( $h$ ) será el que se busca.

**45.** Para obtener esta dovela siguiendo el método de escuadria, constrúyase un prisma mixtilíneo recto  $MNPQR A' B' C' D' E'$  (fig. 37), que tenga por base la sección recta de aquella  $m' n' p' q' r'$ , y por altura la longitud  $n b$ ; después, trácense en las caras respectivas, los lados  $A E$ ,  $E D$ ,  $D C$  y  $C B$ , para completar los trapecios de ellas, y por último cortando la cara  $A B C D E$  resultará la dovela pedida.

**46.** Por el otro método, empezáramos haciendo plano uno de los lechos, de un carretal conveniente, y construiríamos en él la junta de sobre-lecho  $A E R M$  (fig. 38); después, por medio de la falsaregla dispuesta con una abertura igual al ángulo rectilíneo  $r' m' n'$  y la recta  $M A$  como directriz, labraríamos una cara, en la cual construiríamos el trapecio  $M N B A$ , inscrito al intradós de la dovela, y de un modo semejante obtendríamos la cara  $N P C B$ , igual á la junta de lecho.

Podemos ahora cortar las caras de las dos cabezas y completar sobre los lados  $M R$  y  $N P$  la figura mixtilínea  $M R Q P N$  igual á la sección recta; labrando ya fácilmente las caras restantes.

Empleando un baibel, se hubiera labrado desde luego el intradós de la dovela, y por medio de una plantilla flexible

:

igual al desarrollo de esta cara, trazariamos el contorno de ella.

**47. Lunetos cilindricos.**—Penetra la luz en el interior de las bóvedas, por medio de aberturas practicadas en su espesor: tratándose del cañón seguido, estas aberturas son generalmente pequeñas bóvedas de la misma especie, en cuyo caso, se llaman *lunetos cilindricos*, los cuales se construyen en las partes laterales de aquél.

Supongamos para mayor sencillez, que, como sucede en algunas ocasiones, no sea de sillería la bóveda del cañón seguido. Sea  $x y$  (fig. 39) la traza horizontal del paramento exterior de aquél, en el cual va á abrirse el luneto:  $h' b' a' k' \dots$ ,  $h'' n'' r'' \dots$ , las secciones rectas respectivamente de los intradoses de esta bóveda y la principal, que tienen sus ejes perpendiculares entre sí.

La proyección vertical del aparejo del luneto, no ofrece dificultad; pues se traza como se ha repetido varias veces en los arcos y bóvedas.

Para hallar la proyección horizontal; empezaremos encontrando la proyección en este plano, de la intersección de los dos intradoses, y como ambos son superficies cilindricas perpendiculares á los planos verticales en que están trazadas sus secciones rectas, bastará bajar proyectantes desde los puntos de ellas, que disten igualmente de la línea de tierra: por ejemplo, el punto  $m$  estará determinado por la intersección de las rectas  $m' m$  y  $m'' m$ ; y así sucesivamente se encontrarán todos los demas de la curva  $h n m k$ . Del mismo modo se hallarán, los puntos  $p, r, \dots$ , y algunos otros intermedios, para construir con más precisión los arcos de elipse  $n p, m r \dots$ , intersecciones de las juntas de lecho y

sobre-lecho, con el intradós del cañón seguido (1). Las aristas de las dovelas proyectadas en los puntos  $n', m', \dots p', r', \dots$  serán las rectas  $nb, ma, \dots pc, re, \dots$  trazadas desde las proyecciones horizontales de aquellos puntos y paralelas al eje del luneto.

Cortan respectivamente á la bóveda principal según generatrices y arcos de círculo iguales á su sección recta, las caras horizontales y verticales del trasdós, cuyas proyecciones se obtendrán, trazando por los puntos  $p, r, \dots$ , rectas paralelas, y perpendiculares á dichas generatrices, por ser los planos de aquellos arcos, perpendiculares á la línea de tierra L T.

El punto  $f$ , perteneciente á la clave, también se ha determinado como los anteriores, por la proyectante  $f''f$ .

Aunque ya tenemos completada la proyección horizontal del aparejo, debemos advertir, que las aristas de las dovelas proyectadas en los vértices salientes  $q', f', \dots$  están confundidas con las prolongaciones de las rectas  $pc, re, \dots$  que ya hemos dicho lo que representaban.

**48.** Las magnitudes de las caras laterales de estas diferentes dovelas, se encontrarán haciendo sus desarrollos; y en cuanto á sus cabezas obsérvese, que unas son planas é iguales á las secciones rectas de aquéllas, y las otras, que no es preciso hallar para el trazado sobre la piedra, forman parte, de la superficie cilíndrica del cañón principal.

Considerando la dovela ( $a' b' c' d' e' m' n' p' q' r'$ ) ( $abcde mnpqr$ ); determinaremos el desarrollo  $r, e, c, p_1$  de tres de sus caras, tomando en la prolongacion de  $xy$ , las partes

---

(1) Obsérvese que las elipses que determinan dichos arcos, tienen el vértice común  $o$ .

$e_1 a_1 = e' a'$ ;  $a_1 b_1 = a' b'$ , y  $b_1 c_1 = b' c'$ ; prescindiendo de los dos restantes, correspondientes al trasdós, por tener conocidos en el aparejo, los elementos suficientes para construirlas; pues una de ellas, es el rectángulo de base  $q d$  y altura  $d' e'$ , y la otra es un trapecio mixtilíneo rectángulo, cuyas bases son iguales á  $q d$  y  $p e$ , la altura á  $c' d'$ , y el cuarto lado es el arco circular  $p' r''$ .

Levantando en los puntos  $e_1, a_1, b_1$  y  $c_1$ , perpendiculares á la recta  $e_1 c_1$ , y tomando en ellas, las magnitudes iguales á las aristas que representan, solo faltará trazar las curvas  $r_1 m_1, m_1 n_1$  y  $n_1 p_1$ , para lo cual será conveniente determinar algún punto, intermedio á los  $r_1, m_1, n_1$ , y  $p_1$  que se acaban de hallar.

**49.** Para obtener esta dovela siguiendo el método de escuadría, lábrese primero el prisma mixtilíneo  $A B C D E M' N' P' Q R$  (fig. 40), de base y altura respectivamente iguales á la sección recta de aquélla y á su arista lateral mayor  $q d$  (fig. 39). Después por medio de plantillas, iguales á las caras de la dovela, obtenidas en el desarrollo, se trazan las curvas  $R M, M N, N P$  y fácilmente se construirá también el arco circular  $P Q$ , por estar determinados dos de sus puntos  $P$  y  $Q$ , y ser conocida su curvatura.

La cara cilíndrica  $M N P Q R$  se cortará apoyando el canto de una regla en los lados curvos de ella, pero en dirección paralela á  $R Q$ , para lo cual es necesario marcar en dichos lados, los puntos  $\bar{s}, \bar{s}', \dots$  de tal manera, que la recta que los una, cumpla con aquella condición; ésto se conseguirá trazando, en la cara opuesta, rectas  $s s', \dots$  paralelas á  $D E$ , y por los puntos  $s, s', \dots$  otras que lo sean á las aristas laterales.



**50.** Siguiendo el otro procedimiento, se labrará esta dovela, cortando primero por medio de la falsaregla, puesta con aberturas iguales á los ángulos adyacentes al lado *b'a'* (fig. 39), las juntas de lecho y sobre-lecho, y la cara del intradós, las cuales limitaremos con las plantillas correspondientes: la última cara, puede obtenerse desde luego curva, como ya se indicó (núm. 39), empleando el baibel. Después se corta y construye la cabeza plana *A B C D E*, obteniendo á continuación fácilmente las caras del trasdós, y por último, labraremos la cara restante del mismo modo que en el método anterior.

**51.** Cuando dos cañones se crucen teniendo ambas bóvedas la misma flecha y confundido el plano de sus almohadones, las intersecciones de sus intradoses serian dos arcos de elipse situados en planos verticales, y se cortarían en el punto más alto de la clave, formando con las generatrices de arranque, cuatro triángulos mixtilíneos que constituyen lo que se llama *bóveda por arista*.

Si los cañones, no se prolongaran más allá de su mútua intersección, á la que se da el nombre de *aristones*, el intradós de la bóveda presentaría una arista entrante, desde la esquina de los muros interiores hasta la clave, y otra saliente en la parte opuesta.

**52. Cañonera.**—Cuando los paramentos interiores de los muros que sustentan la bóveda, no son paralelos, el intradós de aquélla es una superficie cónica de eje horizontal. El vértice y eje de esta superficie, son respectivamente, el punto de intersección de las crestas de los muros, y la bisectriz del ángulo que forman dichas rectas: la forma de la directriz, es generalmente una semi-circunferencia, que tiene su plano

perpendicular al eje, y el centro, en esta recta. Las bóvedas de este género, se llaman *cónicas de eje horizontal*.

En el caso que los muros lleguen á cortarse, el vértice de la superficie será la terminación de la bóveda, y entonces ésta, recibe el nombre de *trompa*. Cuando no se corten, será simplemente un *arco*, el cual aisladamente se emplea pocas veces, pero que sirve de base en algunas combinaciones muy usuales (núm. 30).

**53.** Una de las combinaciones más importantes, es la bóveda para las cañoneras, la cual se compone por lo regular de dos superficies cónicas, unidas entre sí por un pequeño cilindro horizontal (fig. 43). Estas tres superficies tienen el eje  $or$  común y las proyecciones de los elementos que las determinan, son respectivamente; del cilindro, la semi-circunferencia  $(1' x' z' 4')$  ( $1. x z 4$ ) y la recta 4-5; y de las otras dos, los vértices  $o$  y  $r$ , y las semi-circunferencias  $(h' m' n' p')$  ( $h m n p$ ) y  $(a' b' c' d')$  ( $a b c d$ ).

Para obtener una de las contra-claves, lábrese primero el prisma mixtilíneo recto  $E F K S X'' Z'' Z' X'' U Q T G$ , que tiene por base la figura  $e' f' k' s' x' z'$  y por altura el espesor del muro. Después, aplíquese á las bases de aquél, las plantillas  $E F K S B C$  y  $G T Q U M N$ , iguales á las cabezas de la dovela  $e' f' k' s' b' c'$  y  $g' t' q' u' m' n'$ ; y en la canal cilíndrica  $X'' Z'' Z' X''$ , la plantilla  $X Z Z' X'$  igual á  $(x' z')$  ( $6 x y 7$ ), equidistante de las bases, la magnitud que indica la proyección horizontal del aparejo. Por último lábrese las superficies cónicas  $B C Z X$  y  $N M X' Z'$ , para lo cual divídanse cada uno de los arcos  $B C$ ,  $X Z$ ,  $X' Z'$  y  $N M$  en el mismo número de partes iguales, y tendremos la dovela propuesta.

## LECCIÓN 4.<sup>a</sup>

---

### BAJADA.

---

**54. Definición.**—Se da el nombre de *bajada*, á la bóveda cilíndrica cuyas generatrices no son horizontales, y se emplea generalmente para cubrir la parte superior de las rampas y escaleras.

Pueden construirse las bajadas en condiciones semejantes á los cañones seguidos, es decir, practicadas en muros de diferentes clases y penetrando en otras bóvedas.

**55. Aplicación.**—Supongamos el caso, en que el frente de la bajada que va á considerarse, esté situado en un muro recto y que termine penetrando perpendicularmente en un cañón construido de mampostería.

Sea la semi-circunferencia  $A' b' a' \dots$  (fig. 44) la cimbra de la bajada, en el paramento vertical, cuya traza horizontal es  $3-4$ ; sean las magnitudes de las rectas  $2'-5'$  y  $4-6$ , la altura y la base de la rampa que trata de cubrirse.

Regularmente se construye el aparejo de esta bóveda, de un modo análogo á los explicados en la lección anterior; pero en algunos casos, por las condiciones especiales de aquélla, es necesario introducir ciertas modificaciones que después expondremos.

Trácese ahora la proyección vertical como ya sabemos (1) y está indicada en la figura, y la proyección horizontal según se dijo (núm. 47); pues aunque en este caso, las aristas que parten de los puntos  $A', b', a' \dots$  no son perpendiculares al plano vertical, sinó que tienen la dirección de la hipotenusa  $2''-6''$  del triángulo rectángulo cuyos catetos son  $4''-6''=4-6$  y  $4''-2''=5'-2'$ ; sin embargo, por ser los planos de éstos, perpendiculares á la línea de tierra  $L T$ , las proyecciones horizontales de aquéllas, también lo serán, y sus intersecciones con el cañón estarán determinadas por las proyectantes  $b'n$  y  $n''\bar{n}$ ;  $a'm$  y  $m''m, \dots$ ; habiéndose encontrado los puntos  $n'', m'', \dots$  trazando por los  $b'', a'', \dots$ , segundas proyecciones verticales de los  $(b')(b)$ ,  $(a')(a)$ ,  $\dots$ , en el sistema  $L T$ , las rectas  $b''n''$ ,  $a''m''$ ,  $\dots$  paralelas á la  $2''-6''$ .

No siendo necesaria la proyección horizontal para obtener las dovelas, porque en ella, no tenemos las aristas laterales proyectadas en su verdadera magnitud, solo la dibujaremos

---

(1) En dicha proyección sólo se representa para mayor claridad el frente de la bajada.

como un medio de exponer con más claridad la bóveda que se representa.

Se comprende desde luego, que la proyección conveniente en este caso, es la vertical en el sistema L'T', porque en ella, estarán las aristas proyectadas en sus justas dimensiones.

El aparejo se completaría trazando las juntas de hiladas, alternadas como otras veces y perpendiculares á la superficie cilíndrica del intradós:

**56.** Las diferentes dovelas que constituyen estas bóvedas, tendrán la forma algo más complicada, en el caso que aquéllas sean de igual longitud que la bajada, es decir, que cada hilada esté formada por una sola dovela.

Considerando la contra-clave cuyas proyecciones son ( $a'' b'' c'' d'' e'' m'' n'' p'' q'' r''$ ) ( $a b c d e m n p q r$ ), vemos que tiene una de las cabezas plana é igual á el polígono  $a' b' c' d' e'$ , y la otra cilíndrica, que no es necesario determinar para el trazado sobre la piedra.

Las magnitudes de las caras laterales, se encontrarán hallando la sección recta, para lo cual supongamos se corta la bóveda por el plano  $V''$  perpendicular á aquélla. Confundiendo dicho plano con el horizontal, tendremos en  $\bar{s} \bar{s} \bar{t} \dots$  la forma de la sección, correspondiente al intradós; y uniendo los puntos  $\bar{s}, \bar{s}, \bar{t}, \dots$ , con el  $\bar{o}$ , hallaremos las intersecciones del plano  $V''$  con los lechos y sobre-lechos, las cuales limitaremos por medio de las proyectantes  $c' \bar{u}, e' \bar{z}, \dots$ . Trazando por los puntos últimamente hallados rectas perpendiculares y paralelas á la línea de tierra L T, completaremos la forma de la sección recta, y obtendremos en  $\bar{s} \bar{t} \bar{u} \bar{x} \bar{z}$ , la correspondiente á la dovela propuesta.

:

Sobre la prolongación de  $V''$ , tomemos las magnitudes sucesivas  $u, \alpha_1, \alpha_1 z_1, z_1 s_1, s_1 t_1$  y  $t_1 u_1$ , iguales á los lados y arco rectificado  $\overline{u \alpha}, \overline{\alpha z}, \overline{z s}, \overline{s t}$  y  $\overline{t u}$ ; y levantando perpendiculares en los puntos de división á la recta  $u_1 u_1$ , tendremos la dirección de las aristas laterales de la dovela en el desarrollo, las cuales limitaremos trazando paralelas á  $V''$ , por los puntos  $c'', p''; d'', q''; \dots$  extremos de aquéllas.

Las trasformadas  $p_1 q_1, r_1 m_1, m_1 n_1$  y demás, las construiríamos buscando algún punto intermedio, lo cual no ofrece dificultad.

**57.** Se cortará esta dovela por el método de escuadría, construyendo primero un prisma mixtilíneo recto, que tenga por base la sección recta  $\overline{s t u \alpha z}$ , y por altura, una longitud igual á  $q_1 \alpha_1 + d_1 \alpha_1$  que es la suma de las ordenadas máximas, de las trasformadas de las cabezas, con relación á la recta  $u_1 u_1$ .

Sea este prisma el  $A' B' C' D E M' N' P' Q R$  (fig. 42): aplíquense en cada una de sus caras laterales las plantillas correspondientes á ellas que se han obtenido en el desarrollo, teniendo cuidado que las adyacentes, tengan confundidas sus aristas comunes; y de este modo, trazaremos las caras  $A E R M$ ,  $A B N M$ ,  $B C P N$  y  $C D Q P$ . Después, se obtendrá fácilmente la cabeza plana de la dovela, y en cuanto á la cilíndrica se seguirá el mismo procedimiento explicado (núm. 49) para marcar los puntos necesarios, donde debe apoyarse el canto de la regla.

**58.** Para cortar esta dovela por el otro método, se trazará en uno de los lechos del carretal, preparado convenientemente, la junta de sobre-lecho  $A M R E$  (fig. 42); luego por medio de baibeles con la forma de los ángulos

mixtilíneos  $\overline{zst}$  y  $\overline{stu}$  (fig. 41) y las plantillas del intradós y junta de lecho, se obtendrán estas dos caras A B N M y B C P N.

La cabeza A B C D E, se puede ya labrar, por medio de las directrices A E y B C, y construir en ella la figura de la misma; fácilmente se pueden cortar á continuación las dos caras del trasdós y por último, la cabeza cilíndrica de esta dovela, para lo cual se marcarán como otras veces diferentes puntos en las curvas Q P, P N, N M y R M, con objeto de poder aplicar la regla en dirección paralela al lado R Q.

**59.** Se puede prescindir del desarrollo de las caras laterales de esta dovela, y en vez de construir las plantillas de ellas, trazar desde luego dichas caras en la piedra por medio de algunos datos numéricos, tomados en el aparejo; al propio tiempo se irán determinando los puntos H, H'; L, L';..... que se consideren necesarios, para labrar la cabeza cilíndrica.

Trácese para ésto en un lecho del carretal, después de bien labrado, las rectas A M, S Z, y E R, (fig. 42) cuyas magnitudes y posiciones relativas, tenemos determinadas (fig. 41), pues son respectivamente iguales á  $a'' m''$ ,  $\overline{sz}$  y  $e'' r''$ ; y las distancias de los puntos S y Z á los A, M, y E, R (fig. 42), también iguales á las que hay en las aristas  $a'' m''$  y  $e'' r''$  (fig. 41) desde su intersección con la traza V'' á los extremos de ellas.

Con la falsaregla y la directriz A M, haríamos plana la cara inscrita al intradós de la dovela y trazáramos en ella de la misma manera que antes las rectas S T y B N; después de un modo análogo obtendríamos las T U y C P de la junta de lecho. Trazando las rectas A E, A B y B C, se puede

construir por medio de ellas la cara  $A B C D E$ , y á continuación las dos del trasdós, las cuales podemos limitarlas, porque sabemos que una es un rectángulo, y la otra, un trapecio mixtilíneo que tiene el lado circular  $Q P$  conocido.

La cara cilíndrica del intradós se labraría con una cercha, cuidando de marcar varios puntos en las directrices  $A M$  y  $B N$ , equidistantes de los  $S$  y  $T$ .

Por último, para obtener la cabeza cilíndrica, determinense las intersecciones de ella, con el intradós y las juntas de lecho y sobre-lecho; para lo cual, trácese en la cara  $A B C D E$  las rectas  $G G'$ ,  $F F'$ ,..... paralelas al lado  $E D$ , y distantes de él, las magnitudes arbitrarias  $d'' g''$ ,  $d' f'$ ..... (fig. 41): por los puntos  $G$ ,  $G'$ ;  $F$ ,  $F'$ ; (fig. 42) tírense paralelas á las aristas laterales, y en ellas tómense las magnitudes  $G H$ ,  $G' H'$ ;  $F L$ ,  $F' L'$ ;.... iguales á  $g'' h''$ ,  $f' l'$ ,.... (fig. 41), siendo los puntos que resulten  $H$ ,  $H'$ ;  $L$ ,  $L'$ ;.... de las intersecciones que se buscan. Resta solo labrar esta cara como ya sabemos.

**60.** Obsérvese que las juntas de las dovelas que acaban de considerarse, no son normales al intradós de la bóveda, por haber sido trazados los planos de aquellas, en dirección de los radios  $o b'$ ,  $o a'$ ,..... (fig. 41). Este defecto, que es de poca importancia tratándose de una bóveda de corta longitud, puede tenerla, en el caso de ser aquélla de mayores dimensiones; pero se corrige, encontrando la sección recta  $\bar{s} \bar{s} \bar{t}$ ..... del intradós y trazándole normales como la  $\bar{g} \bar{k}$ ; esta recta, será la intersección de la junta normal que se desea, con el plano de la sección. Para hallar la intersección de dicha junta con el frente de la bóveda, tómesese un punto  $\bar{h}$ , de la  $\bar{g} \bar{k}$ , que se proyectará en el segundo plano



vertical, en  $k''$ ; trácese por él, la  $k'' y''$  paralela á la recta 2''-6'', la cual estará contenida en la junta que se considera. La intersección  $y''$ , de  $k'' y''$  con el frente de la bóveda, referida al sistema L T, determinará un punto  $y'$ , de la recta  $y' g'$  que se busca.

**61. Aparejo perfeccionado.**—Cuando la longitud de la bajada es algo considerable, convendrá no construir seguidos los lechos de las hiladas de dovelas, á fin de evitar, que deslizándose éstas por los planos inclinados que forman aquéllos, ejerzan una excesiva presión sobre la bóveda principal en que se apoyan: ésto se conseguirá, sustituyendo los lechos inclinados de las dovelas de arranque, por los horizontales y verticales  $ab, bc, cd, de...$  (fig. 44), y de este modo, las primeras dovelas A, B, A,..... descansarán más, sobre los últimos sillares del muro. Además, entrelazando las dovelas de diferentes hiladas, se evitará el deslizamiento de las mismas y para ésto, se da á algunas de aquéllas, la forma especial que tiene la B, la cual se compone de una parte perteneciente á la primera hilada, y otra á la siguiente: esta última, sirve para contener las dovelas de la segunda hilada, y al propio tiempo, para que los muros de la bajada, sustenten mejor el peso de esta bóveda.

El número de dovelas de este género, que se emplean en cada hilada, es próximamente la mitad, siendo las restantes sencillas; pero debemos advertir, que aquéllas, no tienen aplicación en la clave, porque ya hemos dicho las condiciones á que deben satisfacer éstas, para que puedan ajustar toda la bóveda.

**62.** El aparejo tan ventajoso que acaba de indicarse,

tiene aún el defecto, de que las caras laterales de las do-  
velas, están muy inclinadas con respecto al frente de la  
bóveda, y para corregirlo, será conveniente empezar la  
bajada por un pequeño cañón seguido.

## LECCIÓN 5.<sup>a</sup>

---

### BÓVEDA ESFÉRICA

---

**63. Definición.**—La clasificación más general de las bóvedas, es dependiente de la forma que tienen las líneas que engendran las superficies de los intradoses: las *cilíndricas*, *cónicas* y *alabeadas*, componen los tres *géneros* diferentes de las bóvedas de generatrices rectas. Pertenecen á otra clase distinta, aquéllas que están engendradas por una línea curva, siendo las *esféricas*, *anulares*, *elípticas* y de *revolución*, sus formas simples: algunas veces se llama á la última, aunque impropriamente, como á la primera.

**64.** Se da el nombre de *bóveda esférica*, á aquélla cuyo

intradós es un hemisferio ó un casquete esférico, terminado en la parte inferior por un círculo horizontal.

El objeto de esta bóveda, puede ser, cubrir plantas circulares ó cuadradas; en el primer caso, el muro que la sustenta será cilíndrico, y en el segundo, tendrá la forma cuadrada igual á la planta propuesta. Al elevarse el muro en este último caso, suprimirá en el intradós cuatro medios casquetes esféricos, quedando reducido aquél en su parte inferior á cuatro triángulos curvilíneos, llamados *pechinas* y en la superior á un casquete completo; á esta bóveda, se le da el nombre de *vaida*.

Los muros suelen ser reemplazados por cuatro apoyos, unidos por igual número de arcos llamados *torales*.

**65. Aparejo** —Varios son los aparejos que se han empleado para construir estas bóvedas, pero sólo indicaremos el más usual ó sea el de *hiladas horizontales*, por las ventajas que ofrece sobre todos los demás.

Se dispone este aparejo, dividiendo el meridiano de la bóveda, en un número impar de partes iguales y trazando paralelos por los puntos de división, con lo cual tendremos los intradoses de las hiladas; éstas, constan de varias dovelas, excepto la superior ó sea la clave, que está formada de una sola pieza y para dividir aquéllas, se trazan diferentes meridianos, cuidando como siempre, que no se correspondan las juntas de dos hiladas contiguas.

Los lechos, sobre-lechos y las juntas de hilada de las dovelas, debiendo ser normales al intradós, veamos la disposición que han de tener en este caso; desde luego, los planos meridianos que han servido para fraccionar las caras de las hiladas, pueden emplearse también para limitar late-

ralmente las dovelas en aquella dirección, puesto que son perpendiculares á los planos tangentes en los diferentes puntos del meridiano, y los lechos y sobre-lechos, será conveniente limitarlos, por las superficies, lugares geométricos de las normales al intradós, las cuales son, como ya sabemos, conos de revolución que tienen el vértice en el centro de la esfera. En cuanto al trasdós de la bóveda se practicará lo que se dijo (núm. 28).

**66. Aplicación.**—En la (fig. 45) tenemos las proyecciones de una bóveda esférica, con un corte de ella en dirección al meridiano principal  $z v$ ; con esta disposición se consigue descubrir una parte del intradós en el plano vertical: para representar la proyección horizontal de ambos paramentos, consideremos que la media bóveda anterior al plano  $z v$  está vista desde su interior, y la otra, suponiendo al observador colocado como ordinariamente. Veamos la manera de trazar el aparejo.

Dividase la cimbra del intradós, en un número impar de partes iguales  $1' a', a' b', \dots$  y por los puntos  $a', b', \dots$  trácense paralelas á la línea de tierra; estas rectas serán proyecciones de las aristas que determinan las hiladas en el intradós y sus proyecciones horizontales se construirán, describiendo las semi-circunferencias  $1 e f, a k h, b \ddot{o} j, \dots$  con los radios  $o 1, o a, o b, \dots$

El espesor de la bóveda estará limitado por el arco circular  $x' m' n' y'$ , trazado como se ha dicho repetidas veces: en este caso supongamos que termina el trasdós por el paralelo  $(x' y')$   $(x r y)$ .

Los lechos y sobre-lechos de las hiladas, estarán engendrados por las prolongaciones  $a' m', b' n', \dots$  de los radios

:

de la esfera y las intersecciones de estas superficies con el trasdós, serán los paralelos ( $m' s' \dots$ ) ( $m q s \dots$ ); ( $n' t' \dots$ ) ( $n p t \dots$ );....

Sólo falta para terminar el aparejo, fraccionar en dovelas todas las hiladas, y ésto se consigue, trazando diferentes planos meridianos, los cuales cortarán á los paramentos de la bóveda según círculos máximos que se proyectarán horizontalmente en dirección de los radios  $oe$ ,  $o k$ ,  $of \dots$ , y verticalmente según elipses, que se construyen fácilmente levantando proyectantes en los puntos,  $e, \dots, 7, \dots, 6, \dots, r, 8, \dots, s, \dots, t, \dots$ , hasta que corten en  $e', \dots, 7', \dots, 6', \dots, r', 8', \dots, s', \dots, t', \dots$ , los paralelos respectivos. Estos círculos se consideran interrumpidos por las hiladas, para obtener alternadas sus juntas, según se indica en el dibujo

**67.** Vamos á determinar las magnitudes de las caras de estas dovelas y considérese la que tiene su intradós proyectado verticalmente en  $a' b' c' d'$ .

Para completar esta proyección, únense los puntos  $c'$  y  $d'$  con el  $o'$ ; prolónguense estas rectas hasta  $p'$  y  $q'$ , intersección de ellas con el trasdós, y trácese después el arco de elipse  $p' q'$  que pasa por dichos puntos. La otra proyección se completará con los arcos  $a d$  y  $b c$  de los paralelos correspondientes.

Las juntas de hilada de estas dovelas ( $m' n' b' a'$ ) ( $m b$ ) y ( $q' p' c' d'$ ) ( $q c$ ), son iguales ambas, al cuadrilátero mixtilíneo  $m' n' b' a'$ . Para desarrollar la cara cónica del lecho, ( $a' m' q' d'$ ) ( $a m q d$ ), bastará trazar con los radios  $o' m'$  y  $o' a'$ , dos arcos de círculo concéntricos, de magnitudes iguales á los  $m q$  y  $a d$  respectivamente y del mismo modo podría hallarse el sobre-lecho ( $b' c' p' n'$ ) ( $b c p n$ ).

El intradós ( $a' b' c' d'$ ) ( $a b c d$ ) y trasdós ( $m' n' p' q'$ ) ( $m n p q$ ), son partes de superficies esféricas completamente determinadas.

**68.** Conocida la forma de las dovelas, se comprende que por la disposición de sus lechos, cada una de ellas aisladamente, tiende á deslizarse en dirección del centro de la bóveda, pero colocadas todas las de una misma hilada, no pueden ceder á esta tendencia, por tener el trasdós ( $m' n' p' q'$ ) ( $m n p q$ ) más ancho que el intradós ( $a' b' c' d'$ ) ( $a b c d$ ). Luego se deduce de aquí, que si cada hilada, teniendo un perfecto asiento, se basta por sí sola para mantenerse en equilibrio, no es necesaria la clave, como en los arcos, para la estabilidad de esta bóveda; por consiguiente, se puede suprimir aquélla, como también algunas hiladas de la parte superior.

**69.** La dovela anterior puede obtenerse por el método de escuadria, construyendo primero un prisma mixtilíneo recto cuya base  $M' B' C' Q'$  y altura  $Q' Q''$ , sean iguales á  $m b c q$  y  $n'' 3''$ . Cortado éste, aplíquese en sus caras laterales, la plantilla de la junta de hilada  $m' a' b' n'$ , y constrúyanse en aquéllas las figuras  $M N B A$ , y  $P Q D C$ , de manera que sus vértices disten de los de la cara, las magnitudes

$$A B' = a b; B B' = b'' 3'';$$

$$N M'' = n m \text{ y } M M' = m'' 3''.$$

Después, trácense los arcos  $B C$  y  $M Q$ , por medio de una regla flexible que pueda adaptarse á las superficies cilíndricas del prisma, y los  $N P$  y  $A D$ , con plantillas que tengan sus curvaturas, iguales á  $n p$  y  $a d$ .

El sobre-lecho de esta dovela se labrará, dividiendo los arcos  $N P$  y  $B C$ , en igual número de partes iguales, para

apoyar en ellos el canto de la regla y lo mismo se hará con los arcos A D y M Q, para obtener el lecho.

Cuando haya sido igual el número de divisiones de los cuatro arcos anteriores, pueden servir estas mismas, para cortar las caras del intradós y trasdós, aplicando en dirección de ellos, cerchas que tengan la curvatura convexa y cóncava de los meridianos de aquéllas superficies.

Este procedimiento si bien muy exacto, tiene el inconveniente de la mucha pérdida que hay en él tanto de mano de obra, como de materiales; pues al obtener la dovela, solo ha quedado del prisma primitivo las juntas de hiladas.

**70.** Otro método más sencillo que el anterior, es el debido al arquitecto *La Rue*, que consiste en labrar en un carretal un casquete esférico conveniente A B C D (fig. 46), y limitando éste por el contorno del intradós de la dovela, cortar los lechos y las juntas de hilada, por medio de un baibel (fig. 47) que tenga el lado *a b* con la curvatura del meridiano del intradós y el otro *b c* perpendicular á la tangente en el punto *b*.

Para determinar las magnitudes de dicho casquete, obsérvese que el cuadrilátero ( $a' b' c' d'$ ) ( $a b c d$ ), inscrito á la cara de la dovela (fig. 45), es un trapecio, por que tiene los lados ( $b' c'$ ) ( $b c$ ) y ( $a' d'$ ) ( $a d$ ) paralelos, luego la intersección de su plano con la esfera será una circunferencia circunscrita á él. El radio de esta circunferencia, se hallará construyendo primero el trapecio, cuyas bases y lados no paralelos, son respectivamente iguales á  $b c$ ,  $a d$  y  $b' a'$ , y sus diagonales á  $a' c'$ , que es la posición que toma la ( $a' c'$ ) ( $a c$ ), después de haber girado hasta colocarla paralela al plano vertical.



Con estos elementos, constrúyase dicho trapecio  $A B C D$  (fig. 46) en una cara del carretal, que sea perpendicular á los lechos de cantera; después hállese el centro  $o$  y describáse la circunferencia circunscrita á él.

Con una cercha que tenga su curvatura igual á la del meridiano del intradós, lábrese un casquete esférico cuya base sea la circunferencia  $A B C D$ ; para lo cual, se irá apoyando la cercha en los extremos de un mismo diámetro de aquella, y terminada esta operación, se trazará en la concavidad esférica el contorno  $A 4 B 1 C 2 D 3$  de la cara de la dovela, por medio de cerchas con la curvatura correspondiente; después con el baibel (fig. 47), y las curvas directrices  $A B$ ,  $B C$ ,  $C D$  y  $D A$ , se cortarán las cuatro caras laterales normales á ésta, las cuales se limitarán, por medio de plantillas iguales á las juntas de hilada, y á los desarrollos del lecho y sobre-lecho. Por último, la cara del trasdós se obtendrá como se ha dicho en el número anterior.

**71.** Cuando el radio del intradós, pasa de cinco metros, pueden suponerse, sin error sensible, sustituidas las caras esféricas de las dovelas por superficies cónicas de revolución, las cuales estarán engendradas por las cuerdas  $A' a'$ ,  $a' b'$ ,... (fig. 45) de los arcos del meridiano de la hilada correspondiente. De modo, que prolongando la cuerda  $a' b'$  hasta el punto  $G'$ , éste será el vértice del cono; y el desarrollo de la cara de la dovela, que hasta aquí hemos considerado, se obtendrá fácilmente en el cuadrilátero mixtilíneo  $a, b, c, d$ .

Una plantilla flexible de esta forma, puede servir para trazar el contorno del intradós en el casquete esférico (fig. 46); haciéndose las demás operaciones como se han explicado en el número anterior.

**72. Vanos.**—Hémos dicho (núm 68) que la estructura de la bóveda esférica permite suprimir la clave y algunas hiladas de la parte superior, las cuales se reemplazan por *lumbres* cerradas con cristales, con objeto de que penetre la luz verticalmente.

Otras veces, se construye sobre la hilada que forma este hueco, una linterna; que consiste en un muro cilíndrico, cruzado por diferentes vanos, y cubierto por una pequeña bóveda esférica.

También pueden practicarse en estas bóvedas, *lunetos* y *ojos de buey*, siendo estos últimos, las penetraciones formadas por conos rectos de sección circular, cuyo eje generalmente pasa por el centro de la bóveda.

SEGUNDA PARTE.

CORTE DE MADERAS.



## LECCIÓN 1.<sup>a</sup>

---

### CONSIDERACIONES GENERALES. ENSAMBLES. TRAZADO Y LABRA DE LAS ENSAMBLADURAS. HERRAJES.

---

**73. Consideraciones generales.**—Los árboles son uno de los productos más ricos de la naturaleza, y la sustancia principal de que están compuestos, llamada *madera*, tiene utilísimas aplicaciones en las artes mecánicas y en las construcciones.

La forma de los árboles, permite extraer de ellos la madera en largos paralelepípedos ó cilindros, que tienen nombres diferentes, según sean sus dimensiones, variando éstas, y aquéllos, hasta en una misma provincia, debido sin duda á las antiguas y distintas unidades de medida, y á la

:

diversidad de dialectos. Se prefiere la forma de paralelepípedos porque de este modo las piezas, reúnen además de una forma sencilla bastante solidez: se distinguen, en *madera de hilo*, y de *sierra*, según hayan sido preparados con el hacha, ó con aquella herramienta. En ambos casos, pueden ser las piezas *rectangulares*, ó *escantilladas*, según sea un rectángulo ó un cuadrilátero cualquiera, su sección trasversal, llamada *escuadria*.

Una vez derribado el árbol, para obtener estas piezas, operación que recibe el nombre de *entallar*, se sigue un procedimiento semejante al del *Corte de Piedras* para labrar las caras de los sillares. En este caso, las bases del tronco, llamadas *cabezas*, después de perfectamente labradas, sirven para señalar en ellas las rectas, que hacen un papel análogo á las *atacaduras*: en la superficie lateral del árbol se marcan las líneas que unen los extremos de dichas rectas, por medio de una cuerda de lana impregnada de tinte rojo ó negro.

**74.** El conjunto de dimensiones más ó menos variable de las piezas, recibe el nombre de *marco*, y con arreglo á él, se clasifican las maderas (1): en el marco, se consigna el *largo*, la *tabla*, y el *ancho*, que son respectivamente la longitud, latitud y espesor de la pieza.

Cuando los troncos solo han sido descortezados, se llaman *rollos*, y en este caso, que las piezas tienen sensiblemente la forma cilíndrica, la *escuadria* se indica con la

---

(1) Las tablas puestas al final, dan á conocer los marcos de varias provincias: están extractadas de la excelente obra de D. Eugenio Plá y Ravé, titulada *Maderas de Construcción*, la cual contiene datos muy interesantes.

longitud del diámetro, ó de la circunferencia de su sección recta.

**75** Las obras de madera comparadas con las de mampostería, tienen la ventaja de ser más económicas, y construirse con mayor rapidez; pero en cambio, presentan inconvenientes de importancia, como son, su combustibilidad y su menor duración.

Una obra de madera se compone generalmente de varios *entramados*, los cuales están formados por distintas piezas, unidas entre sí, de modo que presente el conjunto, la estabilidad necesaria; estos entramados, se dividen en *principales* y *secundarios*, siendo los últimos más sencillos, é indispensables sólo para la mayor duración de la obra. Las piezas de un entramado pueden ser *principales*, *secundarias* ó *accesorias*, según tengan por objeto, dar forma á aquél, mantener la invariabilidad de posición de las piezas principales, ó fortalecer los puntos débiles. Algunas piezas, que son comunes á dos ó mas entramados, se marcan con signos, llamados de *referencia* ó de *enlace*.

La mútua unión de las piezas de madera, constituye la *ensambladura*: se comprende desde luego su importancia, pues de la perfección de ellas, depende el que varias piezas unidas, puedan resistir como si fuera una sola.

**76.** Aprobado el proyecto de una obra, se procede á trazar las *monteas* de sus diferentes entramados, con el auxilio de los dibujos que deben figurar en la memoria de aquél; para lo cual, se empieza preparando el terreno, de manera que forme una superficie plana, y cuando las condiciones de la obra lo permitan, podrá utilizarse para ello,

alguna pared. En esta superficie, se construyen en escala natural los entramados planos, de la parte que trata de ejecutarse, pero reducidas las piezas á sus ejes; pues si bien la montea completa, daría desde luego los elementos necesarios para el trazado de los ensambles, siguiendo un procedimiento semejante al del *Corte de Piedras*, sin embargo, en este caso, dicho sistema sería en la práctica poco exacto, por ser pequeñas las partes de las piezas que deben unirse.

El método que aquí se emplea, consiste en la presentación de las piezas, obteniéndose con él tanta precisión como puede desearse; pero es necesario antes preparar aquéllas, con la operación de *linearlas* y *contralinearlas*, la cual se reduce á marcar en todas sus caras, las intersecciones con dos planos que pasen por el eje de la pieza, perpendiculares entre sí.

Preparadas de este modo, y por medio de la montea, fácilmente se colocarán las piezas de un entramado en la posición relativa que deben tener; haciendo que se correspondan en un mismo plano vertical, los ejes de la montea, con los efectivos que representan.

**77. Linear y contralinear.**—Veamos la manera de linear y contralinear las piezas. Sea A, (fig. 48) una pieza rectangular *relabrada*, que así se llaman, cuando salen de la segunda labra hecha en el *parque* próximo al bosque: supongámonos cortadas sus cabezas *rpsq* y *mn*, perpendicularmente á la longitud de ella.

Lábrense perfectamente planas, y perpendiculares entre sí, las partes centrales *fgij* y *ghki* de dos caras adyacentes, y únense en dichas caras los puntos medios *p*, *m*, y *s*,



$n$ , de los lados de las cabezas. Con las rectas  $pm$  y  $sn$ , que son paralelas á la  $ig$ , se tendrá lineada la pieza.

Para contralinearla, trácese  $ac$  perpendicular á  $pm$ , y  $ce$  á  $sn$ ; por medio de las rectas  $ac$  y  $ce$ , que son perpendiculares entre sí, nivélese la pieza, colocando la primera recta horizontal, sirviéndose de un nivel, y la segunda vertical, con una plomada. Dispuesta así, llévase el nivel á una de las cabezas, como indica la figura, calzándole si es preciso, para que la línea de apoyo  $xy$  de este instrumento sea horizontal, y luego hágase pasar la línea á plomo por el punto  $p$ ; márquese después el punto  $q$ , por medio de la plomada, y el  $r$  distante del  $x$  la magnitud  $ys$ , y se tendrán dos puntos de las contralíneas: repitiendo la misma operación en la otra cabeza, se hallarán otros dos, y aquéllas quedarán determinadas.

Cuando las piezas estén perfectamente labradas, la operación de linear y contralineal se podría simplificar; pero aun en este caso, será conveniente comprobar el trazado como se ha dicho anteriormente.

Siendo las piezas escantilladas, se trazarian las líneas medias de dos caras, y por ellas, se harian pasar dos planos, uno paralelo y otro perpendicular á los paramentos generales del entramado, lo cual se conseguiría, colocando una cara de la pieza, inclinada con respecto al plano horizontal, del mismo modo que debe estarlo con el paramento del entramado.

**78. Ensamblés.**—Ya se ha dicho (núm. 75) que objeto tienen las ensambladuras: éstas pueden ser de varias formas, que dependen, de la calidad de las maderas, uso á que se destina la pieza, mayor ó menor esfuerzo que

deban resistir, de su grueso, de su mejor ó peor apariencia, y generalmente de la posición relativa que han de tener los ejes de las piezas que se unan.

Sujetando á esta última condición todas las demás, pueden clasificarse los ensambles en tres grupos, según se corten, estén en prolongación, ó sean paralelos los ejes de las piezas ensambladas. Las distintas caras de éstas, reciben el nombre de *caras de paramento* ó de *espesor*, según sean paralelas ó perpendiculares, al plano de los ejes, y ya se indicó (núm. 73) cuales eran las *cabezas*.

**79. 1.<sup>er</sup> Grupo.**—Al unirse dos piezas cuyos ejes se cortan, puede suceder, que sólo una de ellas se prolongue más allá del ensamble, que no se prolongue ninguna, ó que lo hagan ambas, dando con ésto lugar á tres clases de ensambles pertenecientes á este grupo: á los principales de la primera clase se les llama ensambles á *escopleadura y espiga*, conociéndose los de segunda y tercera clase con los nombres respectivos de ensambles de *ángulo* y de *cruce*.

**80. 1.<sup>a</sup> CLASE.—Junta plana.**—Esta ensambladura (fig. 49), es la más sencilla de todas, y consiste en un corte plano *a' b'* dado á la pieza B', para ponerla en contacto con la pieza A, según indica la posición B.

La dirección del corte dado á la pieza B', dependerá del ángulo que deban formar la A y B después de unidas.

La parte de las caras puestas en contacto, se llama *junta* ú *ocupación*; en el caso actual, la junta será el rectángulo proyectado en *ab*, cuyas dimensiones son, esta recta y el espesor de la pieza, que está representado en *a'' b'' c'' d''*.

Los lados *a'' b''* y *d'' c''* reciben el nombre de *lados de paramento* y los otros dos *de espesor*.

**81. Simple espera.**—Puede reforzarse la unión anterior, dando á las piezas el corte quebrado  $a b c$  (fig. 50). La junta en este caso, está compuesta de dos caras proyectadas en  $a b$  y  $b c$ , llamadas respectivamente *delantera* y *paso de la espera*. La delantera suele tener su dirección perpendicular á las fibras de la pieza  $N$  como en  $a b$ ; perpendicular á las fibras de  $Q$ , según  $g h$ ; y en dirección  $d e$  de la bisectriz del ángulo que forman  $a b$  y  $g h$ .

De todas ellas, la más sencilla de labrar es la primera.

**82. Escopleadura y espiga.**—Consiste esta ensambladura, en una *escopleadura* ó cavidad rectangular que se practica en una de las piezas, en la cual se introduce la espiga labrada en el extremo de la otra.

Sean estas respectivamente  $(a' b' d' c')$   $(b f e a)$ , y  $(m n s r)$   $(p' n' m' q')$  (fig. 51). Las dimensiones que se corresponden en la escopleadura y en la espiga, deben ser iguales para que se ajusten perfectamente, y tenga el ensamble condiciones de solidez; sin embargo, será conveniente que la longitud  $n s$  de la espiga, sea un poco menor que la profundidad  $b f$  de la escopleadura, con objeto que ésta no se destruya, por las presiones de la pieza  $A$ .

Las caras de la espiga, paralelas á las de paramento y espesor de la pieza, se llaman caras de *paramento* y de *espesor de la espiga*: las caras de la escopleadura, puestas en contacto con éstas después de ensambladas las piezas, reciben el mismo nombre de *paramento* y *espesor de la escopleadura*. La cara restante de la espiga se llama *cabeza*, y *fondo* la correspondiente de la escopleadura. Se da el nombre de *raíz*, á el rectángulo  $(r s)$   $(q' m' n' p')$  de unión de la espiga con el resto de la pieza; y por último se en-

tiende por *derrames* de la espiga, las partes *t' q' p' u'* y *m' n' s' r'*, y las correspondientes de la pieza B', *derrames* de la escopleadura.

Cuando se ensamblan dos piezas de igual espesor, el grueso de la espiga y ancho de la escopleadura, deben ser la tercera parte de aquél; si los espesores son diferentes, deberá tenerse presente que para que el ensamble presente condiciones de solidez, la espiga debe tener de espesor, lo menos la tercera parte del de la pieza en que esté labrada, y la escopleadura á lo más también la tercera parte del de la suya (1).

La longitud de la espiga depende del grado de resistencia que deba presentar la ensambladura, y puede llegar á ser igual al espesor de la pieza B, en cuyo caso atravesará la escopleadura de un paramento á otro.

Para introducir con más facilidad la espiga en la mortaja, se achallanan las aristas de la cabeza de aquélla.

**83.** Una variedad de esta ensambladura es la llamada de *cuadrado*, y se diferencia de la anterior, en que las caras de espesor de la espiga, no enrasan con las del mismo nombre de la pieza; pudiendo ser un cuadrado ó un rectángulo, la forma de la cabeza de aquélla.

**84.** En el caso que apoyándose una pieza sobre otra, se tema que la espiga pueda romperse hacia el paramento superior ó inferior, se refuerza aquélla como indican los perfiles (fig. 54 y 55) llamados de *sombrerete* y á *descanso*.

**85. Ensambladura oblicua de escopleadura y espiga.**—Cuando los ejes de las piezas A y B (fig. 52),

(1) Para que ésto pueda verificarse debe escojerse para pieza de la escopleadura la de mayor espesor.

sean oblicuos, se le da á la espiga el corte  $m r$ , y á la escopleadura el  $a c$ , para evitar en la B, la arista viva  $a$  y el ángulo  $x$  difícil de trabajar.

Dicha disposición, tiene el inconveniente, de que en la pieza A, resulta bastante débil, la parte hacia la arista proyectada en  $r$ , que es la intersección de los derrames con la cara de espesor  $r g$ . Este defecto se corrige, construyendo la ensambladura con espera (núm. 84), según se indica (fig. 53.)

**86. Cola de milano.**—Esta ensambladura, se emplea, cuando las dos piezas enlazadas deban resistir á fuertes tracciones. Se construye, tomando en la pieza B (fig. 56) la magnitud  $m a$ , igual á uno ó dos décimos de la tabla  $c d$  de la otra pieza; la perpendicular  $a q$  á  $a m$ , determina el punto  $q$ , que unido con el  $m$ , da la dirección de una de las caras de la cola. La otra  $n p$ , se obtiene, repitiendo la misma construcción en el punto  $n$ , distante del  $m$ , la magnitud  $c d$ .

La escopleadura en este caso, sólo tiene una cara de *paramento*, pues está abierta por la parte superior, que es por donde se introduce la espiga: ésta se traza fácilmente en la pieza A.

Cuando siendo iguales los cantos de las piezas, se quiera tener ambos paramentos en un mismo plano, se traza el espesor de la espiga y el hueco correspondiente de la escopleadura, igual á la mitad de dicho canto.

Puede también quedar oculta la cola de milano, dándole la disposición que se indica (fig. 57), pero de este modo, no quedan en el mismo plano los paramentos de las dos piezas ensambladas.

Con la construcción indicada (fig. 56), resulta que la raíz de la espiga, tiene á lo más, los ocho décimos de la tabla correspondiente á la pieza en que está labrada: si este espesor no se considera suficiente, puede reforzarse con un *dado* como se representa en la (fig. 58).

**87.** Cuando las piezas se corten perpendicularmente ó su dirección se aproxima á ésta, puede trazarse la cola de milano como se ha explicado en el número anterior; pero en el caso contrario, será más conveniente abrir en el canto de la pieza R (fig. 59), una escopleadura  $m n p q$ , cuya longitud  $m n$  sea igual á la  $a b$  de la espiga, con objeto de que ésta pueda introducirse en aquélla. Después de unidas las piezas, se ajustan por medio de una *llave* T, según se indica en la posición S'.

**88.** 2.<sup>a</sup> CLASE.—**Media madera.**—En las cabezas de cada una de las piezas A' y B' (fig. 60) se rebaja la mitad del canto, dándoles un corte en sentido de sus largos, igual á la tabla de la otra: la parte saliente que resulta en la pieza A' ocupará la entrante de la B' y vice-versa.

**89. Almohadón y doble almohadón.**—Cuando la escopleadura tiene una sola cara de espesor, es decir, que está abierta por la cara opuesta, recibe el nombre de *horquilla*, y el ensamble *almohadón* (fig. 61).

La ensambladura de *doble almohadón* (fig. 62), es semejante á la anterior, y su única diferencia consiste, en que una de las piezas tiene doble espiga y por consiguiente la otra doble horquilla. Se emplea generalmente para unir piezas cuyas caras de espesor, sean bastante grandes, aumentando si es necesario el número de espigas y horquillas.

**90. Inglete.**—La unión de las piezas en esta ensam-

bladura, puede ser de diferentes modos, y únicamente caracteriza el *inglete*, el corte dado en las caras de paramento, en dirección de la bisectriz del ángulo que forman las piezas, para que la unión aparezca más uniforme. Su principal aplicación, es para ensamblar piezas que tengan molduras, con objeto de que coincidan unas con otras las sinuosidades de las mismas.

Para marcar la dirección de estos cortes se emplea la *escuadra de inglete* (1).

Para hacer con inglete un ensamble de almohadón, se dividen en tres partes iguales los cantos de las piezas A' y B' (fig. 64); los tercios inferiores y los del centro, se unen como en aquél caso, y los superiores, dándoles el corte en dirección *m n*.

Podía haberse dado el corte á *inglete* en ambos paramentos, llamándose entonces á *doble inglete*. Este nombre también se da, á un ensamble perteneciente á la 1.<sup>a</sup> clase (fig. 65) que sirve para unir una pieza P que tiene doble moldura, con otra R R que la tiene sencilla.

**91. Hebra** —El objeto de esta ensambladura, es que no aparezcan en las caras de espesor las cabezas de las espigas; es decir, que haga el efecto de estar doblada la madera en el ángulo, por quedar ocultas las uniones.

Se consigue ésto (fig. 66), construyendo las escopleaduras y las espigas en los  $\frac{2}{3}$  ó  $\frac{3}{5}$  del canto de las piezas y

---

(1) Consiste en una pieza *m n* (fig. 63) que tiene una ranura en toda su longitud, para recibir una ó mas tabletas A y B, cuyos cantos forman ángulos de 45°, 90°, 135° y demás que fueran necesarios, con la *m n*; su manejo no puede ofrecer dificultad.



cortando el resto, de arriba á bajo, á *inglete*. La figura citada representa tambien el *doble inglete*.

Sucede á veces, que las caras de paramento de las piezas que se ensamblan, tienen diferente ancho, y en este caso se emplea el *falso corte* (fig. 67); para lo cual, se marca en la cabeza de la mas ancha, la tabla de la otra, y se traza el *inglete* en esta dirección.

**92. Lazo.**—Esta ensambladura que es una combinación de las de *doble almohadón* (núm. 89), y *cola de milano* (núm. 86), se emplea cuando las piezas deban resistir esfuerzos en todas direcciones, excepto en aquella por donde se ponen en junta.

Se construye, trazando colas de milano en la pieza M' (fig. 68), y entre ellas quedarán intervalos de la misma forma, pero invertida: en la N', se hacen escopleaduras para recibir aquellas colas, y las espigas que resulten en esta pieza, encajarán en las mortajas de la M'.

**93. Lazo perdido.**—La ensambladura que lleva este nombre, es una aplicación del *inglete* y la *hebra* á la del número anterior y está indicada con todos sus detalles (fig. 69).

**94. 3.ª CLASE.—Tercio (ó media) madera.**—En cada una de las piezas C' y D' (fig. 70), se hace una muesca; para lo cual se divide su canto en tres partes iguales, de las que se quita una de las de paramento, en una longitud igual á la tabla de la otra.

El ensamble á *media madera* tiene la profundidad de las muescas, igual á la mitad del canto de las piezas.

**95. Con esperas.**—Si las piezas se cruzan formando un ángulo muy agudo, se emplea este ensamble (fig. 71),



que es semejante al del número anterior; pues únicamente se diferencia de él, en que se refuerzan las aristas  $a$  y  $b$  con esperas, cuyas delanteras  $ac$  y  $bd$ , tienen la dirección de la bisectriz de los ángulos obtusos en  $a$  y  $b$ .

**96. Cola de milano.**—Si se desea cruzar las piezas de manera, que resistan á fuerzas perpendiculares al plano de sus ejes, se emplea esta ensambladura (fig. 72); que consiste, en hacer una escopleadura para cola de milano en la pieza  $N'$ , de manera que  $a' b'$  sea igual á la tabla  $c' d'$  de la  $M'$ ; á esta pieza se le da en un canto, el corte de una de las caras de la cola, en una longitud igual á la tabla de la  $N'$ . Después de unidas las piezas  $M$  y  $N$  se ajustan con la llave  $P$ , que se introduce lateralmente.

**97. 2.º Grupo.**—Los ensambles de este grupo, llamados *empalmes*, tienen por objeto aumentar el largo de las piezas, y según sea la posición que deba tener el conjunto, aquéllos son diferentes; dependiendo además su forma, del mayor ó menor esfuerzo que deban sufrir las piezas.

Muy sencillos son los empalmes representados (fig. 73 y 74), llamados respectivamente á *media madera con corte recto en las cabezas*, y *corte falso*, y también el de *horquilla* (fig. 75); pero éstos no resisten á fuertes compresiones, como el de á *media madera con cabeza quebrada y corte falso* (fig. 76).

Lo que generalmente se desea en estos empalmes, es que puedan sufrir tracciones, y ésto se consigue con el llamado á *rayo de Júpiter* (fig. 77); ó el mismo reforzado (fig. 78), con las llaves  $a, a$  que atraviesan las piezas; este empalme resistirá, mientras subsista la madera comprendida entre las

fibras *a m* y *b n* que pasan por los extremos de las llaves.

Todos estos empalmes, suelen recibir el nombre de *horizontales*, y aguantan esfuerzos en distintas direcciones.

**98.** Vamos ahora á indicar otros empalmes, llamados *verticales*, cuyo objeto principal es soportar grandes compresiones.

Si se trata de unir vigas, se emplean los de *tenaza* (fig. 79), *escopleadura* y *espiga* (fig. 80) y *cruz invertida* (fig. 81). Los dos primeros son sencillísimos, y el tercero representado en perspectiva (fig. 82), consta en cada pieza, de dos escopleaduras, dos espigas, y cinco rectángulos situados en la mitad de la longitud del empalme.

Cuando las piezas deben sufrir empujes laterales, se emplea el de *cuadrante á media madera* (fig. 83), el cual se compone de dos mortajas y dos espigas en cada pieza.

Los tablones, se empalman por medio de un *corte falso* *a b c d* (fig. 84); el cual se refuerza con una *llave* M, con una *falsa espiga* N (fig. 85), ó con *espigas* P y Q (fig. 86), cuyo espesor es igual al tercio del canto de los tablones, estando construidas las escopleaduras en el tercio del centro de los mismos.

**99.** 3.<sup>er</sup> **Grupo.**—Hay que considerar en este grupo dos clases de ensambles, según que las piezas estén ó no, en inmediato contacto.

En el primer caso, que reciben el nombre de *acopladuras*, si se desea hacer mayor el canto de las piezas se usa una *lengüeta, simple*, B (fig. 87) *falsa*, A (fig. 88), ó *á cola de milano*, C (fig. 89) (1).

---

(1) La segunda tiene la ventaja de no disminuir el espesor de las piezas.

Para aumentar la tabla se usa la *clavija a b* (fig. 90), *falsa espiga c d* (fig. 91) y cuando la dimensión del canto lo permite, una *simple cola de milano M M con su llave N N* (fig. 92): también se emplea con frecuencia para este objeto, la *llave* (fig. 93); que consiste en unas mortajas hechas en las orillas de las tablas, que tienen la forma de cola de milano, y que penetran hasta un tercio ó un cuarto del canto, según se construyan en los dos ó en un solo paramento; estas escopleaduras, reciben unas llaves (M', M') (M) de la misma forma.

Cuando se quieran ensamblar diferentes tablas ó tablo- nes, se usa para unir sus cantos (fig. 94) la *junta plana a'*, el *corte falso b'*, la *ranura y lengüeta c'*, el *grano de cebada d'*, la *junta cubierta e'*, y también á *media madera*, falsa *espiga* y otros. Se asegura más el conjunto, por medio de *cabezales C y D*, á los cuales van ensambladas aquéllas, por una ranura *ff* abierta en el canto de C, ó á *ranura y lengüeta*; y también con espigas *r, r*, hechas en una tabla sí y otra no.

**100. Cepos.**—Para impedir el que varias piezas (A') (A), (B') (B) (fig. 95), que no están en contacto, pero cuyos ejes se hallan en un mismo plano vertical, se tuerzan ó des- vian de su posición, se emplea este ensamble, llamado también *brida*; consiste en dos piezas (M') (M, M), en las cuales se practican entalladuras á *tercio ó media madera* próxi- mamente y de la forma apropiada á la que tienen las (A') (A) y (B') (B) que se desean sujetar. La unión de las (M') (M, M) se efectúa con pernos que describiremos más adelante.

Para evitar que los cepos se corran en sentido del largo

de las piezas, se dan á éstas cortes á propósito, como en la (B') (B), ó se atraviesan con un perno los cepos y la pieza (A') (A) según indica la figura.

**101. Uniones de piezas curvas.**—Las piezas curvas se ensamblan á escopleadura y espiga con espera, cuando los ejes están en un mismo plano: la dirección de la espera es normal á la pieza que tiene la escopleadura. En el caso que los ejes no estén en el mismo plano se puede suprimir la espera.

Para empalmar piezas curvas, se emplea la junta plana con falsa espiga, el corte falso, el rayo de Júpiter y otros varios.

**102. Presentación y punteado.**—Vamos á describir las operaciones necesarias, para señalar en las caras de las piezas las líneas de ocupación.

Supongamos que las rectas AB y CD (fig. 96) representan dos ejes de una montea, y supongamos también que las piezas que tratamos de labrar, sean escantilladas y de igual canto; después de lineadas y contralineadas éstas (núm. 77), se las coloca á nivel en sus puestos respectivos, cuidando que coincidan sus líneas medias con las AB y CD, lo que se efectúa por medio de plomadas.

Si, como en el caso actual, la posición de la pieza (R') (R) no permite descubrir todo el eje CD de la montea, se clava una regla en dirección de su línea media superior y se aplica la plomada en un extremo de aquélla.

Las líneas de *coincidencia* que tuvieran estas piezas con las de otros entramados, estarían marcadas en la montea, y se señalarían fácilmente en las caras de aquéllas con auxilio de la plomada.

**103.** Presentadas ya las piezas, para *puntear* la ocupación, bastará encontrar las intersecciones de sus caras de espesor.

Consideremos primero las caras **E** y **F**. Las aristas inferiores, se cortarán en el punto  $(a')$  ( $a$ ) y  $(a'')$  ( $a$ ) determinado con la plomada; y las superiores en  $(b')$  ( $b$ ) y  $(b'')$  ( $b$ ) que se traza del modo siguiente.

Se coloca una regla  $(p'' q'')$  ( $p q$ ), apoyada en la pieza  $(R')$  (**R**), y uno de sus bordes á plomo con la arista  $(1' - 2')$  ( $1 - 2$ ) de la otra pieza: la intersección del canto de esta regla con la arista  $(b'')$  ( $3 - 4$ ), da el punto  $(b'')$  ( $b$ ), y para hallar el  $(b')$  ( $b$ ) se lleva la magnitud  $a'' b''$ , tomada sobre la regla, desde  $a''$  á  $b'$ .

El punto  $(c'')$  ( $c$ ) lo determina también la regla, y por medio de la plomada se encuentra el  $(c')$  ( $c$ ); con lo cual ya tenemos la intersección de las aristas superiores de las otras caras de espesor.

El de las aristas restantes se halla de un modo semejante, sujetando la regla  $(t' h')$  ( $t h$ ), en la cara inferior de la pieza  $(R')$  (**R**) y á plomo uno de sus cantos con la arista  $5 - 6$ .

Cuando el canto de las piezas fuera desigual, se marcaría en la que lo tuviera mayor, el espesor de la otra, por medio de rectas paralelas á las aristas laterales, y una vez hechas las operaciones descritas anteriormente se referirían los puntos hallados á aquellas rectas.

Uniendo los puntos hallados, tendremos señalada la ocupación que se deseaba.

Después de explicado ésto, el punteado de las piezas escuadradas no puede ofrecer dificultad.

**104. Trazado y labra de las ensambla-**

:

**duras.**—Antes de quitar las piezas de la montea, se marcan todas con un signo igual, y al mismo tiempo se van poniendo señales convencionales en sus diferentes caras, para poder armar el entramado con más facilidad: después de hecho ésto, se pasa al *trazado y labra de las ensambladuras*.

Sean las piezas R y S (fig. 97), que se van á ensamblar á escopleadura y espiga recta, y se desea que la espiga atraviese la pieza S.

Hágase la presentación, y márquense los puntos de las aristas proyectadas en *a* y *b*: uniéndolos, tendremos en *a' m'* y *b' n'*, los lados de espesor de la junta en la pieza S' de la escopleadura.

Por medio del compás, divídase *a' m'* en tres partes iguales, y haciendo uso del *gramil* (1) trácense las rectas *e' e'* y *d' f'* paralelas á las caras de paramento, y son las que determinan el ancho de la mortaja. Repítase esta operación en la otra cara de espesor, después de haber trazado con la *escuadra* (2), en las caras de paramento, las rectas proyectadas en *a'' g''* y *b'' h''*, y tendremos marcada la escopleadura.

Para trazar la espiga, únense en las cuatro caras de la pieza R, los puntos proyectados en *a* y *b*; y se tendrán las líneas de junta; divídase luego de los lados de espesor en tres partes iguales, y por medio del gramil, trácense en

---

(1) Instrumento que sirve para trazar líneas paralelas á las caras ó aristas de una pieza. Se compone (fig. 98) de tres partes, la *caña a*, la *guía b*, y el *regulador c*.

(2) La escuadra de carpintero se compone (fig. 99) de un *árbol m* y una *hoja n*. Su objeto es bien conocido.

las caras de espesor y en la cabeza de la pieza, las rectas que determinan el grueso de la espiga, según se indica en las proyecciones R' y R''.

**105.** Para labrar la escopleadura se coloca el corte del *escoplo* (1) sobre la línea  $c' d'$ , de modo que el chaffán de aquél, quede hacia el interior de la mortaja, y en esta disposición se golpea el mango con un mazo de madera; repitiendo la misma operación en  $e' f'$ . Después se pone el filo del escoplo á alguna distancia de las hendiduras anteriores, colocando el chaffán por la parte inferior, y en este estado se golpea de nuevo la herramienta, la cual hará saltar todas las fibras que estén cortadas en  $c' d'$  y  $e' f'$ . Continuando las operaciones de este modo, se construye hasta la mitad de la escopleadura; luego se cambian las caras y se labra la otra mitad, por la parte opuesta. También suele agujerarse el fondo de la escopleadura, para facilitar la operación.

Para labrar la espiga, se dan dos cortes con la sierra, por las líneas que marcan el espesor de aquélla y otros dos hasta un tercio del de la pieza, en dirección de las líneas de paramento de la junta, perpendiculares á las caras del mismo nombre.

**106.** Para construir los ensambles á ranura y lengüeta, grano de cebada y otros semejantes (núm. 99) se emplean *guillames* (2) pareados, lo cual facilita de un modo notable la operación.

(1) Herramienta enmangada compuesta de una barra de hierro cuadrada (fig. 100), cuyo extremo acerado tiene un chaffán que forma el corte.

(2) Herramienta semejante al *cepillo* de carpintero; pero que tiene sus cuchillas de la forma conveniente, para labrar las dos partes de las ensambladuras; por ésto van pareados: la forma de cada caja, es adecuada á la de su *cuchilla*.

**107. Herrajes.**—Hemos visto que formaban parte de varias ensambladuras, *clavijas*, *llaves* y *falsas espigas*, y con objeto de que éstas den un buen resultado, deben construirse de madera más dura que las piezas, y con el largo en dirección de sus fibras.

También se emplean las clavijas de madera, con las condiciones anteriores, para asegurar las ensambladuras, abriéndose en éstas taladros á propósito por donde se introducen aquéllas, según se indica (fig. 51 y 52); pero en muchas ocasiones, por no ser bastante resistentes las clavijas, se sustituyen con herrajes, que también se usan para unir las piezas á junta plana.

Estos herrajes pueden ser, *clavos*, *grapones*, *tornillos*, *pernos*, *cinchos*, *llantas*, *escuadras*, *estribos* y *otros*.

**108. Clavos.**—Son de distintas formas y según sea ésta, tienen nombres diferentes. Los más comunes están representados en las figuras (401, 402, 403, 404 y 405): los tres primeros llamados *alfileres* ó *puntas de París*, son respectivamente de cabeza *plana*, *perdida* y *gota de sebo*; y los dos restantes, *clavos de cabeza de diamante*, y *de gota de sebo*. Este último se emplea para sujetar sobre madera llantas de hierro.

Para clavar pavimentos, se hace uso de los de *ala de mosca* (fig. 406), y con objeto de sostener maderas en los muros, los *retrancos de uña doblada* (fig. 407).

Las puntas de los clavos que sobre salen al paramento, se las dobla, haciéndolas penetrar en la madera.

**109. Grapones.**—Los hay de una ó dos caras (fig. 408 y 409): estos últimos se distinguen en *derechos* é *izquierdos*, según que puesta una punta vertical hacia abajo,



y próxima al cuerpo, la otra (más separada de éste) resulta á la derecha ó izquierda.

El *grapón de una cara*, se llama *grapa*, cuando es pequeño el puente *a b* (fig. 408).

Los grapones tienen mucha aplicación en las obras provisionales, y las grapas para fijar llantas de hierro que estén sin taladrar.

**110. Tornillos** —Varios son los gruesos y longitudes de los tornillos que se construyen y sus cabezas pueden ser *rasas* (fig. 410), de *gota de sebo* (fig. 411) y *cónicas* (fig. 412).

En vez de estas cabezas, tienen algunos una *armella* (fig. 413).

**111. Pernos.**—Son generalmente cilindros ó prismas, que llevan en sus extremidades unos resaltos, para oprimir las piezas que atraviesan. Estos resaltos pueden ser ó no fijos.

El representado (fig. 414) consta de la parte cilíndrica, la cabeza de *gota de sebo*, y una *mortaja a*, en la que se introduce su *chaveta* correspondiente. Es conveniente emplear un *ovalillo ó volandera* de hierro *b* para fortalecer la superficie donde se verifica la presión. El perno (fig. 415) se diferencia del anterior, en que tiene una *rosca* con su *tuerca* en vez de la *mortaja* y *chaveta*.

La forma de las cabezas es muy variada, según el uso del perno: las hay *cilíndricas* para embutirlas en las piezas de madera; *tronco-cónicas* con objeto de fijar herrajes incrustados en las piezas; de *falsa cabeza* para cuando sea necesario quitarla al introducir el perno; con *armella*; reemplazada por otra *rosca* (fig. 416), y otras muchas.

También las tuercas suelen ser exteriormente de formas distintas, por ejemplo, *prismáticas cuadrangulares*, (fig. 117); *hexagonales* (fig. 118); con *una*, ó *dos orejas* (fig. 119 y 120), con objeto de oprimirlas con los dedos; con *ranura* (fig. 121) para introducir el atornillador etc. etc.

Los pernos que se emplean en el material de Artillería se clasifican con las letras A, B, C y D, según la forma de sus cabezas que son respectivamente de *gota de sebo*, *hexagonal*, *cilíndrica* y *tronco-cónica*, especificando sus dimensiones con los números sucesivos del 1 al 40 (A).

Para oprimir las tuercas, se emplean distintas llaves, siendo la mas general la llamada *inglesa* (fig. 122).

El medio más seguro para evitar que se aflojen las tuercas, es poner otra segunda, que recibe el nombre de *contra-tuerca*.

Una de las muchas aplicaciones que tienen los pernos, es, como ya se dijo (núm. 100), para comprimir los cepos.

**112. Cinchos.**—Tienen el mismo objeto que los pernos, y pueden ser *cerrados de una pieza* (fig. 123 y 124), *abiertos* (fig. 125), ó de *varias piezas* (fig. 126). En el primer caso se introducen á fuerza de martillazos, asegurándolos con clavos; y aun pueden colocarse más fácilmente, dilatándolos por medio del calor. En los otros dos casos, se unen las extremidades con pernos, pasadores etc. etc.

El cincho de cuatro piezas como la *m* (fig. 127), es muy conveniente, porque se puede ir comprimiendo en todos sentidos á medida que se afloja.

**113. Llantas.**—Su objeto es consolidar las ensambladuras y constan, de bandas de hierro A (fig. 128), que

---

(1) En el capítulo 15 del Prontuario de Guiú, están las dimensiones reglamentarias en milímetros.

tienen varios taladros *a*, *a* y *b*, por donde pasan los clavos, tornillos ó pernos que las sujetan á la pieza B: la extremidad *m* está doblada y se introduce en una caja abierta en dicha pieza. La otra extremidad de la llanta tiene una rosca *n* para asegurar el enlace de la ensambladura.

**114. Escuadras.**—Su principal objeto, es para que no varíe el ángulo que forman las piezas. Las escuadras pueden colocarse en ambas caras de paramento ó de espesor; pero generalmente se ponen en una sola.

Se sujetan por medio de tornillos ó clavos, y cuando hay dos escuadras, se emplean los pernos.

La forma es sencilla, y está representada en la (fig. 129) una de las más elementales.

**115. Estribos.**—Se compone este herraje (fig. 130) de una llanta (*A' B'*) (*A B*) que ciñe á una de las piezas ensambladas y va fija en la otra. Su principal aplicación es para sujetar la *péndola* al *tirante*, en las *cerchas colgadas*, como veremos más adelante.



## LECCIÓN 2.<sup>a</sup>

---

### ENTRAMADOS VERTICALES Y HORIZONTALES.

---

**116. Entramados verticales.**—Estos entramados, llamados también *telares*, tienen por objeto formar el esqueleto de los muros: se dividen, en entramados verticales de *fachada*, de *tabicón*, y de *tabique*, según correspondan á muros de *fachada*, de *traviesa* ó de *distribución*. La composición de todos ellos es muy semejante, y se reduce á diferentes piezas ensambladas, unas verticales que son el alma de la construcción, otras horizontales que sirven para mantener la invariabilidad de las primeras, y por último, otras piezas inclinadas, cuyo objeto es aliviar la carga de

:

las verticales, desviando hacia los puntos que presenten más resistencia, las presiones que sufren aquéllas.

**117. Entramados de fachada.**—El entramado total de un muro de fachada, se compone de tantos entramados parciales análogos, como pisos tiene el edificio, y cada uno de ellos, consta de una *solera* *b b* (fig. 434) sobre la cual descansan varios *postes* *z, a, r, s, p, q, ...* que están unidos en su parte superior, por la *carrera* *c c*.

Si el entramado del piso bajo, se apoyase directamente en el suelo, la madera se pudriría con facilidad, á no ser que fuera de calidad excepcional, y para evitar este grave defecto, es necesario que el entramado descansa sobre un *sócalo* *x x*, de sillería ó mampostería, al cual se le da una altura de 0,660 á 0,840 milímetros.

Los postes son de diferente escuadría, y la tienen mayor los *z z, v v*, correspondientes á las esquinas del edificio, que reciben el nombre de *cornijales*, los *p, q, r, s* que forman parte de las jambas de las puertas y ventanas, llamados *postes de lección de puertas*, y otros *principales* que sirven para fortalecer el entramado. Todos ellos llevan en sus cabezas espigas, que entran en escopleaduras abiertas en la *solera* y *carrera*; pero con objeto de no debilitar las últimas con tanta escopleadura, y al mismo tiempo aumentar su superficie de apoyo, se suelen coronar los postes con unas piezas *d* llamadas *zapatas*, que van ensambladas á ellos con escopleadura y espiga recta.

Cuando dos postes deban quedar algo separados, por exigirlo así las necesidades del edificio, se atenúa la flexión de la *carrera* en aquella parte, por medio de una *sopanda* *e* y dos *jabalcones* *f, f*, unidos entre sí, á veces, á junta plana,

y con escopleadura y espiga los últimos á los postes (1).

Los vanos rectilíneos se componen de una pieza horizontal *m*, ó de dos *t* y *k*, que se llaman respectivamente *cargaderos de los postes de lección de puertas* y *antepecho*. Los antepechos suelen reforzarse, colocando un *virotillo n*, y si ésto no es suficiente dos *tornapuntas g, g*.

Los marcos donde encajan las puertas de los vanos, se clavan á los postes laterales del mismo.

Los rectángulos comprendidos entre los postes, *z* y *r*, *s* y *p*,..... que deben quedar macizos después de terminado el muro, se llaman *entrepaños*, y se consolidan de diferentes maneras, según sea la distancia entre los *z* y *a*, *a* y *r*,.....: cuando ésta es poco más ó menos de 1<sup>m</sup>,600, 1<sup>m</sup>,250, 1<sup>m</sup>,110 y 0<sup>m</sup>,420, se emplean respectivamente *aspas dobles h*, *sencillas i*, *tornapunta* y *virotillos j*, y *tornapuntas ñ* ó *gatillos o, o*.

Si el muro comprende otro ó más pisos, se hace que las piezas que forman el suelo que los separa, se apoyen en la *carrera c c*, y sobre aquéllas se tiende la *sobre-carrera u u*, que sirve de solera al entramado siguiente.

Éste se construiría de un modo semejante, procurando que se correspondan los entrepaños, vanos y postes de la misma especie, pero haciendo que disminuya el espesor por la parte interior del edificio, á medida que se eleve el muro.

Se enlazan los entramados en los ángulos, poniendo en las esquinas, postes de suficiente longitud y de más escuadría, como ya se ha dicho, en los cuales se labra interior-

---

(1) Para evitar en estas ensambladuras, y en las de los postes con las soleras, que el agua permanezca en la escopleadura, se ha ideado en Alemania profundizarlas un poco más y hacer en su fondo un agujero oblicuo, que la deje salir al exterior (fig. 132).

mente, si es posible, un ángulo entrante  $z'$ ; cuando los cornijales son cortos, pueden ensamblarse á cola de milano las soleras y carreras entre sí: en ambos casos se refuerza la unión por medio de escuadras de hierro. (4)

Todos los huecos que quedan, entre las piezas del entramado, y que no corresponden á los vanos, se cierran con mampostería más ó menos escogida, según las circunstancias, operación que recibe el nombre de *forja* y para aumentar la adherencia entre ambos materiales, se pica la madera, ó se la reviste con cuerda de esparto, muy delgada, llamada *tomiza*, que por su aspereza produce el efecto deseado.

**118.** La montea de un entramado de esta especie, que por lo regular suele ser bastante grande, se construye, subdividiendo cada entramado parcial, en diferentes partes; así, tenemos (fig. 133), la correspondiente á una fracción del entramado anterior, cuyo trazado no puede ofrecer dificultad: después se pasa á la presentación de las piezas, las cuales se tendrán lineadas y contralineadas; luego se puntean las ocupaciones, y por último se trazan y labran los ensambles.

**119. Entramados de tabicones.**—Su construcción es semejante á los explicados anteriormente, diferenciándose de ellos en ser de menos espesor, y en que no teniendo tantos vanos, sus entrepaños serán mas largos

(4) La escuadria de las piezas de un entramado de fachada es próximamente la que sigue:

Postes principales,	} Estas dimensiones son de los lados paralelos al paramento; los otros perpendiculares á ellos tienen una longitud de 0'200 á 0'250.	
cornijales, etc. . .		0'250 á 0'270
Soleras y carreras		0'220 á 0'250
Piezas de relleno.	0'160 á 0'180	



necesitándose por consiguiente mayor número de postes.

**120. Entramados de tabiques.**—Siendo el tabique, el muro que se construye de menor grueso, será también el más ligero: esta condición es necesaria, porque como el objeto principal de los tabiques, es compartir el espacio interior de los edificios, formando habitaciones arregladas á las diversas necesidades humanas, la colocación de ellos, puede ser muy variada, y por consiguiente conviene que pesen poco, sobre todo en el caso que sean *colgados*, es decir, que no puedan apoyarse en otros entramados verticales.

Cuando el tabique no deba tener ningun vano, su entramado se reduce á unos largueros, colocados á distancias iguales, que suben desde el pavimento al techo y á varios travesaños horizontales, que van de uno á otro muro: estas piezas se ensamblan á media madera, ó á escopleadura y espiga si los travesaños no son seguidos.

En el caso que el tabique tenga puertas ó ventanas, las jambas de ellas habrán de ser dos de dichos largueros y el dintel uno de los travesaños, arreglándose el entramado del modo conveniente, para que pueda conseguirse ésto.

Cuando los tabiques sean colgados, se procura construirlos muy ligeros, y colocarlos en dirección trasversal á las *vigas sencillas* ó *cabios* que forman el suelo; pero en el caso que ésto no sea posible, se cuidará de que descansen sobre un cabio y nunca en el hueco comprendido entre dos contiguos.

La pieza que soporta el peso del tabique, suele reforzarse colocando en su parte inferior una sopanda y dos jabalcones, pero cuando las circunstancias impidan hacerlo, se

unirá dicho cabio á los inmediatos, por medio de *gatillos* sujetos con pernos.

El entramado de un tabique colgado se compone de dos postes *m, m* (fig. 140) empotrados en los muros, donde se apoyan las piezas horizontales *nn, nn*, que sirven para colgar las verticales *p, p*: los jabalcones *q, q* transmiten la mayor parte del peso del entramado á los postes *m, m*. Se aumenta la estabilidad de este conjunto, por medio de travesaños *s, s*.

El forjado se hace con ladrillos, adobes, yesones delgados, cañas, ó tablas ensambladas á ranura y lengüeta.

**121. Muros de rollos.**—Se construyen con piezas en rollo, abriendo en los extremos de cada una de ellas cavidades cilíndricas *m* y *n* (fig. 134), de una profundidad igual á la mitad del espesor, para que se alojen las extremidades de otras piezas, según se indica (fig. 135); y así sucesivamente se van colocando alternativamente las piezas de los muros contiguos.

Cuando las piezas no tengan suficiente longitud ó deban quedar cortadas para formar vanos, se elevan en el suelo unos postes *a* y *b* (fig. 136), que tienen ranuras para que entren en ellas las espigas hechas en el extremo de los rollos.

**122. Empleo del hierro.**—Se sustituyen con ventaja los postes de madera por otros de hierro generalmente de forma cilíndrica; siendo preferibles los huecos á los macizos, por tener mayor resistencia y estabilidad, á igualdad de superficie en la sección, y además, porque pueden á la vez servir, como tubos de conducción de aguas, chimeneas y otros usos. Es conveniente que estas columnas vayan provistas de bases y capiteles de proporciones acen-

tuadas, con objeto de aumentar la superficie de apoyo, para lo cual, se ponen en las extremidades de la caña ó fuste, largas espigas que atraviesen dichas partes, y sirvan para enlazarlas con las piezas que deban estar en inmediato contacto.

El conjunto del entramado de madera, también puede reemplazarse ventajosamente por el hierro, tanto por ser la resistencia mayor con secciones mucho menores, lo cual se aprovecha para aumentar horizontalmente el espacio interior de los edificios, como por su incombustibilidad, y reunir la condición de ser el material más eficaz contra los terribles efectos de los temblores de tierra.

**123. Entramados horizontales.**—Estos entramados tienen por objeto formar los *suelos*, que separan verticalmente los distintos pisos de un edificio. Se componen de tres partes: 1.ª el *entramado*, ó sea el cuerpo del suelo; 2.ª el *pavimento*, destinado á facilitar el paso por encima de él; siendo por consiguiente necesario, que esté formado por una superficie continua y horizontal; y finalmente, la parte inferior, llamada por algunos *cielo*, y que generalmente recibe el de *techo*, que sirve para hermohear las habitaciones y aumentar la separación de los diferentes cuerpos.

Los entramados horizontales pueden clasificarse en tres clases, según sea el *tiro* (1); 1.ª *de cabios solos*; 2.ª *de cabios y vigas maestras*; y 3.ª *ensamblados*.

**124.** Los de la primera clase, se emplean cuando el tiro no escede de seis metros próximamente, y su disposición consiste en colocar de canto viguetas de la magnitud

---

(1) Se entiende por tiro el ancho del espacio que ha de cubrirse.

necesaria,  $a, a, a, \dots$  (fig. 437), llamadas *cabios*, apoyadas en las carreras, de manera que enrasen las cabezas con el paramento exterior del entramado vertical.

La distancia que separa los cabios, que debe ser constante para cada habitación, varía generalmente entre 200 y 400 milímetros, pudiendo ser nula en algún caso, aunque muy raro.

Es necesario para la mejor conservación de estas maderas, cuidar de no aislarlas enteramente del contacto del aire, lo cual se consigue, en las construcciones económicas, dejando descubiertas las cabezas de los cabios y en las obras más delicadas, haciendo que descansen aquéllos, sobre piedras labradas ó engastes metálicos. También es muy conveniente por su sencillez y economía, forrar las cabezas con corcho y envolverlas con una capa de tierra grasa.

Para dar paso á las escaleras, trampas, y tubos de subida de humos, con objeto de precaver incendios, se construyen vanos en los entramados horizontales, del modo siguiente.

Si los vanos están adosados á los muros, que son paralelos á los cabios, se coloca el *cabio de trabazón*  $b$  de mayor escuadría que los otros, á unos 0,960 del muro y las *traviesas*  $c, c, \dots$  apoyadas en éste por un extremo, y por el otro en aquél, á escopleadura y espiga.

El espacio  $A$  recibe el nombre de *tolva*, cuando se establece en él un hogar, estando éste sostenido por *hierros cruzados*  $x, x, \dots$ .

Cuando el muro es perpendicular á los cabios, se establece un *brochal*  $d$  y los *cabios cojos* necesarios  $e, e, \dots$ : las piezas de este *embrochalado* van ensambladas á escopleadura y espiga recta. Por último, en el caso que el vano esté

en el centro del entramado, se construye por medio de *brochales*  $f, f$  y los cabios cojos  $g, g, \dots$  y  $h, h, \dots$ . (1)

**125.** Se emplea la segunda clase de entramados, cuando el tiro excede de seis metros, y se construye con fuertes piezas de madera,  $a, a, \dots$  (fig. 438), llamadas *vigas maestras*, las cuales se apoyan unos 0,25 en los muros, y están espaciadas de tres á cuatro metros. Se aumenta la resistencia de ellas, y al propio tiempo, se evita el desvío de los muros, por medio de barras de hierro fijas en las vigas y que atraviesen aquéllos. Las vigas  $a, a, \dots$  que dividen el entramado en varios *tramos*, según indica la figura, sirven para sostener los cabios, los cuales se colocan, descansando á junta plana sobre las vigas maestras; y puestos en prolongación como los  $b, b, \dots$  ó á *claro y lleno* como los  $c$  y  $d, \dots$ . De este modo, el grueso del entramado es igual, al de las vigas mas el de los cabios, y si conviniera disminuirlo, será preciso abrir mortajas en las primeras, para que se alojen las cabezas de los segundos lo cual requiere que la viga tenga bastante escuadría, para que no quede debilitada. (2)

Otro medio puede seguirse también, que consiste en

---

(1) La escuadría de los cabios suele determinarse por medio de las siguientes fórmulas.

$$\text{Altura} = \frac{1}{24} l.$$

$$\text{Anchura} = \frac{3}{4} \text{ de altura.}$$

$l$  representa la longitud libre del cabio.

(2) La escuadría de las vigas maestras, en el caso que la sección es rectangular, se determina por medio de las fórmulas anteriores.

Quando la sección sea cuadrada se toma por lado  $\frac{1}{18}$  de  $l$ .

:

adosar á la viga maestra *a* (fig. 439) por medio de pernos ú otro herraje, dos *contra-carreras* *b, b*, en las cuales se apoyan las cabezas de los cabios *c, c*.

**126.** La última clase de entramados, están compuestos generalmente de piezas menores que el tiro, y su disposición es muy variable según sea la forma de la planta del edificio, y el largo de las piezas de que se disponga. Debe procurarse al construirlos, no debilitar los muros cuando se aseguren á ellos las vigas y cabios; que aquéllas no carguen encima de los vanos; construir las piezas con el grueso proporcionado al largo que han de tener, y carga que deban sufrir; cuidando también, que las piezas principales, tengan pocas ensambladuras para no debilitarlas.

**127.** Creemos innecesario decir, como se trazaría la montea de los entramados anteriores, y cual sería la marcha de todas las operaciones precisas, para llegar á obtenerlos.

**128. Entramados de hierro.**—Aunque desde principios del siglo viene usándose con éxito feliz el hierro en sustitución de la madera; sin embargo, hasta estos últimos años su empleo no se ha generalizado en las construcciones, mas que en aquellas localidades donde se obtiene con facilidad.

Hoy día se construyen los entramados horizontales con vigas de hierro laminado, cuya sección trasversal presenta la forma de doble *t*. Estas vigas van empotradas en los muros y están atravesadas por una série de barras del mismo metal, cuya forma y enlaces son muy variados: por encima de dichas barras, se colocan otras que crucen perpendicularmente á las primeras, quedando la parte superior de ellas al nivel del brazo más alto de la viga.

Se forma después el techo por medio de un enlucido de yeso, aplicado á la parte inferior de la red que constituye el entramado, y luego se rellenan los huecos comprendidos entre cada dos vigas, para que pueda establecerse encima el pavimento.

**129. Pavimentos.**—Ya hemos dicho (núm. 123) el objeto de los *pavimentos*. Éstos pueden construirse de madera, baldosas, losas, losetas, de hierro etc. etc.....; los primeros que son de los que vamos á ocuparnos, se llaman *entarimados*.

Se ejecuta el entarimado más sencillo, cubriendo todo el entramado con tablas, colocadas sobre los cabios en dirección perpendicular á ellos: es conveniente ensamblar las tablas para que no se desunen, al encojarse la madera, por efecto de la sequedad.

Las ensambladuras que se usan con más frecuencia en estos casos, son, á media madera para las cabezas, y á ranura y lengüeta en los costados; teniendo la lengüeta, una longitud igual á  $\frac{3}{4}$  del canto de las tablas.

La unión de las cabezas debe hacerse sobre uno de los cabios, para aumentar la solidez de la ensambladura. Todo el pavimento se fija al entramado por medio de puntas de París, clavos de ala de mosca ó tornillos.

El entarimado que acabamos de describir se llama á *vano* y tiene además de los inconvenientes propios de esta clase de pavimentos, que son; su combustibilidad, el ruido que producen al andar sobre ellos, la facilidad en dar paso á los malos olores etc. etc.....; otros, por efecto de su construcción, que hace indispensable colocar los cabios menos espaciados, y que las tablas tengan suficiente grueso, para

que no se cimbrean en los huecos comprendidos por aquéllos.

**130.** Estos últimos inconvenientes se corrijen haciendo *sobre-puesto* el entarimado, para lo cual, se colocan encima de los cabios y atravesándolos perpendicularmente, viguetas y sobre ellas se ejecutan las operaciones indicadas en el número anterior, para el entarimado á vano.

Las viguetas, que por lo regular no tendrán el largo necesario para atravesar el entramado, se ensamblan á media madera, procurando que la unión se verifique encima de un cabio; este empalme se fortalece por medio de clavos ó tornillos. Con objeto de acomodar mejor las viguetas en los cabios, se abren en éstos mortajas de la magnitud conveniente, y se sujetan aquéllas, empotrando sus cabezas en el muro; también las tablas se introducen algo en éste, para que sus extremidades queden cubiertas con el enlucido de las paredes.

No convendrá hacer lo que acabamos de indicar cuando el entarimado deba ser *movible*. En este caso, para que sea posible la movilidad del entarimado, se fraccionará en varios trozos, construyendo cada uno de ellos de un modo semejante al dicho anteriormente, pero cuidando que las viguetas de las distintas fracciones enrasen por sus cabezas, y que las tablas, se unan á media madera. Para que sea más sólida la unión de las tablas, por sus cabezas, será conveniente poner una vigueta que sostenga las extremidades de aquéllas.

**131.** Las dimensiones de las tablas y su colocación, puede ser muy variada, formando distintos dibujos, siendo los más sencillos y que con más frecuencia se usan, el de



*cabezas á inglete* (fig. 141), y *punta de Ungría* (fig. 142). Se construyen con tablas machi-hembradas de unos 0<sup>m</sup>,070 de ancho y colocadas diagonalmente á las viguetas.

Para que no queden á la vista las cabezas de los clavos ó tornillos, con que se sujetan las tablas, se abren en éstas taladros más anchos que el grueso de aquéllos, cubriéndolos después de puestos los clavos ó tornillos, con clavijas de madera que enrasen con el entarimado.

**132. Techos.**—En los edificios humildes no se construyen éstos, y queda aparente el entramado horizontal por su parte inferior, lo cual presenta un aspecto tosco, que puede evitarse por medio de los techos: se construyen de diferentes clases, siendo las más usuales los *enmaderados*, *cielos rasos* y *bovedillas*.

**133.** El *enmaderado*, es un entarimado á vano puesto en la parte inferior de los cabios.

Se rellena el espacio que queda entre las piezas del entramado, con alguna materia seca, ó bien se forja, para evitar el paso del polvo y los malos olores.

**134** Las *bovedillas* consisten en superficies cilíndricas cóncavas, construidas á lo largo de los cabios y formadas de yeso y ladrillo.

Para que tengan suficiente apoyo, se hacen en las caras laterales de los cabios y á la distancia de 0<sup>m</sup>,025 de sus aristas inferiores, un rebajo longitudinal de unos 0<sup>m</sup>,015 de profundidad, el cual va disminuyendo hasta coincidir con las aristas superiores.

**135.** Se entiende por *cielo raso*, el techo plano enlucido como las paredes de las habitaciones. Se asegura dicho enlucido, por medio de listones sin pulimentar, que tienen

próximamente  $0^m,016$  de ancho y  $0^m,010$  de canto, los cuales se clavan en los cabios, dejando un espacio de  $0^m,023$  de uno á otro: el yeso que se introduce por estos huecos, hace que sea mayor la consistencia del que cubre los listones, porque al solidificarse aquél, aumenta su volúmen. Suele sustituirse el enlatado anterior por medio de un tejido de caña rajada.

**136.** Los techos correspondientes á los entramados de hierro, pueden también construirse, con losas apoyadas en los brazos inferiores de las vigas.

**137.** Para librar algo los edificios de los fuegos curvos de la Artillería, se construyen los entramados horizontales, con dos ó tres capas de cabios ó rollos, puestos en contacto unos de otros: sobre el suelo de las habitaciones superiores se echa tierra ó estiércol, para amortiguar el efecto de las vibraciones, producidas por el choque de los proyectiles.

## LECCIÓN 3.<sup>a</sup>

---

### ARMADURAS.

---

**138. Consideraciones generales.**—Los edificios por la parte superior deben resguardarse de la inclemencia del tiempo: ésto se consigue por medio de la *cubierta*, la cuál está sostenida por un conjunto de piezas de madera ó hierro, que constituye lo que se llama *armadura*. Se deduce de aquí, que la cubierta, es la destinada á recibir las aguas y á impedir que penetren dentro del edificio; por consiguiente, debe ser de una materia impermeable, y tener la forma conveniente para que las aguas no se detengan en ella.

Para satisfacer la primera condición, se emplean distintos materiales, que varían según la importancia del edificio, y las condiciones de la localidad; así, pueden ser aquéllos, productos vegetales, como haces de paja, de junco, cañas, tablas, telas embreadas, etc. etc., cuando se trata de construcciones muy humildes ó provisionales; para construcciones permanentes se usan piedras artificiales, llamadas *tejas*, piedras naturales, planchas metálicas, y betunes.

Respecto á la forma, está limitada la cubierta en su parte superior, ó sea el *tejado* (1), por superficies planas, curvas y mixtas; las más sencillas y que se emplean con más frecuencia, son las primeras, que están compuestas de uno, dos ó más planos inclinados, según sea la planta del edificio, y reciben el nombre de *una*, *dos* ó más *vertientes*.

**139. Cubiertas.**—En los edificios de planta rectangular y cerrados por cuatro muros, que son los más comunes, la cubierta es generalmente de dos ó cuatro vertientes; en el primer caso, los dos planos inclinados, arrancan de las cornisas de los muros mas largos y se apoyan en los otros dos, llamados *testeros*; para lo cual se elevan éstos lo necesario, terminando su parte superior en un ángulo rectilíneo, que mide el diedro de la cubierta: dichos muros en este caso se llaman *piñones*, y la arista del diedro *caballete* ó *cumbreira*.

Cuando el edificio está aislado, conviene á veces terminar los cuatro muros á la misma altura, y entonces se emplea la cubierta de cuatro vertientes, que presenta la

---

(1) También se entiende bajo este nombre, el conjunto de la armadura y la cubierta.

forma de un prisma triangular truncado, puesto que los triángulos de los piñones, son reemplazados por otros inclinados, llamados *faldones*, que tienen su base apoyada en la cornisa de los testeros, y el vértice en el caballete; las intersecciones de los faldones con las vertientes principales, reciben el nombre de *limatesas*.

En el caso particular, de ser la planta del edificio un cuadrado, la cubierta presentará la forma de una pirámide recta cuadrangular, que se llama *pabellón*.

Dos cuerpos de un edificio se pueden encontrar terminando ambos en su intersección; que uno solo termine, y el otro se prolongue; y por último, que los dos se prolonguen más allá de su encuentro: en cada uno de estos tres casos será distinta la forma de la cubierta correspondiente á la unión de los cuerpos. En el primero, la intersección de las vertientes exteriores, será una arista saliente ó lomo, ó sea una limatesa y la de las interiores, una canal, que recibe el nombre de *limahoya*. En el segundo caso, las dos vertientes de un cuerpo, cortan á una sola del otro, siendo las intersecciones dos limahoyas, que se corren ó no hasta las cumbres, según sea, igual ó diferente la altura de éstas; y por último en el tercero, si las cumbres están á nivel, se forma un ángulo poliedro cóncavo llamado *nudo*, cuyo vértice, es el punto en que se cortan aquéllas, y sus aristas son, estas rectas y las limahoyas que van á los ángulos de los muros: cuando las cumbres están á diferente altura, resulta una doble combinación del segundo caso, que recibe el nombre de *nudillo*.

**140. Pendiente de las cubiertas.**—La pendiente de los tejados depende de la clase de cubierta que

:

se emplea, de la calidad de las maderas de que se disponga para hacer las armaduras, y del clima de la localidad.

El peso de los materiales de las cubiertas, difieren esencialmente entre sí, siendo necesario á medida que el de aquéllos sea mayor, emplear más madera en la construcción de la armadura.

Las armaduras de poca pendiente, son menos resistentes, y como el número de piezas de que se componen es menor, resulta que el grueso de ellas debe ser mayor: la pendiente no puede exceder de cierto limite en las cubiertas de tejas y losas, puesto que se sostienen por su rozamiento con la armadura.

En los países que abundan las lluvias y nieves, se procura escojer apropósito los materiales de la cubierta y armadura, para que el tejado tenga bastante pendiente y resbale con facilidad aquéllas sobre él.

Las pendientes de las cubiertas más usadas son las siguientes:

Vejetales.....	45°
Pizarras.....	45° á 60°
Tejas ordinarias.....	27°
Tejas planas.....	23°
Metálicas.....	18° á 20°
Betunes.....	insignificante.

**141. Armadura de una vertiente.**—Estos entramados, llamados generalmente *cobertizos*, consisten en un plano inclinado adosado á un muro cualquiera: su uso es muy frecuente, cuando el espacio que ha de cubrir carece de uno de los muros verticales, el cual se sustituye por

*postes b* (fig. 443), colocados sobre *dados* de piedra *a* (1).

Se compone esta armadura de *tirantes c*, apoyados en el muro *M* por uno de sus extremos, y ensamblados por el otro en los postes *b* á escopleadura y espiga recta, formando así tantos entramados verticales como postes haya. Con objeto de que la posición relativa de aquéllos no varíe, se coloca la *solera d*, unida á los tirantes á tercio ó media madera, y para aumentar la estabilidad del conjunto, se ensamblan en los postes y tirantes, á escopleadura y espiga con espera, los *jabalcones e*.

Las piezas *f*, llamadas *pares*, se sujetan, empotrándolas en el muro por un extremo, y ensamblándolas por el otro á simple espera en los tirantes. Sobre estos pares se colocan las *correas h*, en las cuales y en la solera, se apoyan los *contrapares n*, (2) que son las piezas destinadas á recibir el enlatado, que sirve de asiento á la cubierta.

Los pares se refuerzan con las *torna-puntas g*, ensambladas en aquéllos á escopleadura y espiga, y á simple espera en los tirantes. Para sujetar las correas á los pares, se clavan en éstos los *ejiones m*, que son unas piezas pequeñas, de sección trapezoidal

**142. Armaduras de dos vertientes.**—La forma de estas armaduras es muy variada, según sea el ancho ó tiro de la planta que deba cubrirse. Cuando el tiro no excede de 5<sup>m</sup>, 500 se usa la conocida con el nombre de *tijera* (fig. 444), que consta de tirantes *a*, soleras *b, b*, y de los pares *e, c*.

(1) La unión de los postes con los dados se efectúa por medio de unas espigas que llevan aquéllos llamadas *botones*, las cuales se introducen en unas cajas ó *botoneras* abiertas en los dados.

(2) También se les dá el nombre de *cabios, cabrios, asnas, costaneras y parecillos*.

Los tirantes van empotrados en los muros y distantes entre sí, de 0<sup>m</sup>,830 á 4<sup>m</sup>,415; sobre ellos, se asientan las soleras, en las cuales se ensamblan á simple espera los pares, que están unidos por la parte superior á media madera: cada tijera, formada por dos pares, debe estar encima de un tirante.

También se construyen estas armaduras, colocando las tijeras en los intermedios de los tirantes; y dando á los pares el corte llamado de *barbilla* (fig. 445), en su parte inferior, para que descansen en la solera.

Los pares de cada tijera, se unen á los contiguos, por medio de tablas clavadas en sus caras superiores, las cuales forman el enlatado.

**143.** Cuando el tiro esté comprendido entre 5<sup>m</sup>,500 y 6<sup>m</sup>,500, no serán suficiente las tablas del enlatado para mantener la estabilidad de las tijeras, y entonces se coloca la *hilera h* (fig. 444), por debajo de la unión de los pares.

Esta armadura recibe el nombre de *par-hilera*.

**144.** Si la planta que ha de cubrirse tiene un tiro mayor de 6<sup>m</sup>,500, la armadura anterior no podrá resistir el peso de la cubierta, y á fin de evitar ésto, se refuerza aquélla con entramados verticales, llamados *formas*, *cuchillos* ó *cerchas*, las cuales se colocan espaciadas de 3<sup>m</sup>,350 á 4<sup>m</sup>,180.

Estas cerchas se componen generalmente, de un tirante *b* (fig. 446), en el cuál se ensamblan á escopleadura y espiga con espera, dos fuertes piezas ó pares *a, a*, que sirven para sostener diferentes partes de la armadura; un *pendolón c*, cuya extremidad superior recibe, con la misma ensambladura, los dos pares y la inferior retiene como colgado al



tirante, por medio de escopleadura y espiga recta y un estribo  $q$  (núm. 145); y por último de dos jabalcones  $m, m$ , ensamblados al pendolón y los pares, con objeto de impedir la flexión de éstos y aumentar la rigidez del conjunto: estas ensambladuras son respectivamente á escopleadura y espiga con espera y sin ella.

En la parte superior de los pendolones, se labran espigas, las cuales se introducen en las correspondientes escopleaduras abiertas en la hilera  $h$ , para que descansa ésta, en aquellas piezas: la hilera, contribuye con las correas  $d, d$ , apoyadas en los ejiones  $r, r$ , á mantener la verticalidad de las cerchas; sirviendo al propio tiempo, con las soleras  $s, s$ , de asiento á los contrapares  $p, p$ : estos contrapares están destinados á recibir el enlatado y van ensamblados á la hilera y correas á junta plana, y á la solera á simple espera.

A veces la hilera y las correas no son suficientes para mantener la verticalidad de las cerchas y en este caso se construye un entramado vertical longitudinal, llamado *cercha sub-hilera*; dicho entramado se compone, de jabalcones que unen los pendolones con la hilera y de una *sota-hilera*, situada debajo de aquélla, y ensamblada á los jabalcones y pendolones.

Las armaduras de esta especie se conocen con el nombre de *pendolón ó colgadas*.

**145.** Con objeto de hacer viviendas, llamadas *buhardillas*, en el espacio que queda debajo de la armadura, se modifica la cercha anterior, del modo siguiente.

El tirante  $a$  (fig. 147), se coloca más bajo que la cresta del muro y los extremos de los pares  $b, b$ , se ensamblan á un puente ó *tirantilla c c*; éste y el tirante van unidos por medio

de las *torna-puntas d, d*. Debajo de las correas *q, q*, se colocan las pequeñas *péndolas f, f*.

La flexión de la tirantilla y de las torna-puntas *d, d*, se evita respectivamente, con los jabalcones *g, g*, colocados en la parte inferior de las péndolas; y con las *manguetas h, h*, ensambladas á media madera en las soleras *n, n*, y á cola de milano en las piezas *d, d*.

El resto de la armadura se construye como en el caso anterior. (1)

**146. Faldones.**—Ya hemos dicho (núm. 139) cual es su objeto y vamos ahora á indicar que piezas constituyen esta parte de la armadura.

Sea *AB*, (fig. 148) el testero del edificio propuesto y *CD* y *EF* una parte de los muros longitudinales.

Suponiendo que *V* sea la proyección horizontal del vértice del triedro que forman las tres vertientes; las rectas *Vq*, *Vm* y *Vn*, serán respectivamente las proyecciones de la hilera y limatesas.

---

(1). Respecto á la escuadría que debe darse á las piezas de las armaduras, copiamos á continuación lo que dice el «Manual del Ingeniero» escrito por el ilustrado Ingeniero Militar Sr. Valdés.

A los pares se les dará  $\frac{1}{18}$  de su longitud; al tirante  $\frac{1}{18}$  de su luz si lleva suelo y de no  $\frac{1}{24}$ . A los puentes, sopandas y torna-puntas,  $\frac{1}{24}$  de su longitud. Las viguetas,  $\frac{1}{12}$  del intervalo de las cerchas; la cumbrera, 16×18 centímetros; los contrapares, 8×12 centímetros; y las soleras, 12×28 centímetros.

Sin embargo, añade el distinguido autor, que las primeras medidas son algo exajeradas, pues en varias cerchas construidas en edificios públicos en Filipinas, con madera de una resistencia semejante al roble, bastó para los tirantes  $\frac{1}{40}$  de su luz;  $\frac{1}{30}$  de su longitud en los pares, y  $\frac{1}{20}$  del intervalo de las cerchas para las viguetas. Las demás piezas conservan las dimensiones citadas anteriormente.

Aunque la armadura sea *par-hilera*, es necesario para mayor solidez, el uso de las cerchas en las inmediaciones del faldón: así pues, se construye una completa, en dirección *ab*, llamada *cercha principal*; dos medias en *Vm* y *Vn* denominadas *cerchas de limatesas*; y por último otra media, en dirección *Vp* que recibe el nombre de *cercha de faldón*. Todas ellas tienen común el pendolón, pero los tirantes *M* y *N* de las *Vm* y *Vn*, que reciben el nombre de *aguilones*, no se ensamblan en él, sino en los *codales* *R* y *S*, con el objeto de no aglomerar escopleaduras en un mismo punto del pendolón; puesto que los ejes de todos los tirantes, cuyo conjunto se llama *enrayado*, están en un mismo plano horizontal.

Para completar la parte de armadura comprendida entre la cercha principal y el testero, se colocan los contrapares 1, 2, 3,....., 5, 6,..... de longitud conveniente, ensamblados en los pares de limatesas, á escopleadura y espiga, y en las soleras á simple espera.

Los codales, se unen á los tirantes *X X* y *Z* á espiga, y á veces con espera; y los aguilones entran en aquéllos, con la misma ensambladura.

Las extremidades superiores de los pares de estas cerchas se cortan á inglete, con objeto de que la unión de ellas entre sí sea más perfecta.

**147.** Cuando el testero no es perpendicular á los muros principales, la armadura del faldón que se llama *oblicua*, se diferencia de la del número anterior, en la posición de las cerchas principal y de faldón.

Puede construirse la primera, paralela al testero ó perpendicular á los muros longitudinales, y la segunda respec-

tivamente, paralela á estos muros ó perpendicular á aquél: también se construyen á la vez la cercha principal perpendicular á los muros longitudinales y la de faldón paralela á ellos.

**148. Nudos.**—La parte de armadura correspondiente á un nudo (núm. 139), consta de las cuatro cerchas completas *aa*, *bb*, *cc* y *dd*, (fig. 149) y otras cuatro *m*, *p*, *n* y *q* incompletas, situadas en dirección de las limahoyas. Estas últimas tienen común el pendolón; y además, cuando la anchura de las prolongaciones de los cuerpos es la misma, cada dos están en un mismo plano vertical.

El enrayado en este caso, se compone de los aguilonos de las cerchas de limahoya, los cuales se cruzan á media madera, y tienen una escopleadura para recibir el pendolón, y otra con espera para los pares, que se ensamblan al pendolón á junta plana.

Cuando los aguilonos opuestos no están en prolongación, el pendolón descansa sobre dos tirantes, cruzados á media madera, que se colocan en sentido de las hileras hasta las cerchas completas del nudo: en este caso, el extremo de cada aguilon se apoya en un codal que está ensamblado á los tirantes anteriores.

**149. Aleros.**—Reciben este nombre, las partes voladas de la cubierta, cuyo objeto es alejar el agua de los muros del edificio: pueden ser de dos clases *corrido* ó de *mesilla*.

El alero corrido se reduce á prolongar los contrapares lo necesario, para que rebasen los paramentos exteriores de los muros, cubriéndolos con el mismo material que la cubierta (fig. 143).

Cuando los muros tienen bastante espesor, generalmente

los contrapares se apoyan cerca del paramento interior y queda bastante distancia desde el pie de aquéllos al borde exterior: en este caso el alero es de mesilla, y se forma achafianando el ángulo entrante (fig. 146 y 147), por medio de una *falsa armadura* que se apoya en los *contrapares de armadura falsa v, v*.

**150. Vanos.**—Para dar luz y ventilación á las buhardillas, es necesario dejar en las cubiertas diferentes aberturas, las cuales deben estar practicadas, entre dos cerchas consecutivas de la armadura.

Para construir las que solo tienen el primer objeto, se forman los marcos A y B (fig. 150), por medio de los brochales *a, a* y *d, d*, y los contrapares cojos *b, b* y *g, g*: estos vanos se llaman respectivamente *tragaluz*, y *montera* y se cierran con gruesos cristales, cubiertos por una red de alambre.

Cuando los vanos tienen además por objeto proporcionar ventilación, reciben el nombre de *buhardas* y constan de unos pequeños cuerpos (fig. 151), con su correspondiente cubierta, de dos ó tres vertientes, cuya unión con la armadura principal constituye un pequeño nudillo (núm. 139).

El brochal (*g*) (*g'*) (*g''*), los postes (*d*) (*d'*) y el tirante (*e*) (*e'*) forman el marco de la ventana, el cual se sujeta al resto de la armadura con las pequeñas carreras *f'*. Sobre estas carreras, se apoya la armadura par-hilera, del cuerpo que se considera, cuyo conjunto está unido á la armadura principal por medio de la cercha, formada por el brochal *g''*, los contrapares (*b'*) (*b''*, *b''*) y las limahoyas *p''*, *p''*, ensamblados á dichos contrapares y al brochal *h''*.

**151. Monteas.**—Para labrar las piezas, que constituyen las armaduras explicadas en esta lección, seguiremos

:

el método general. En este caso, las montañas de sus entramados, por las distintas posiciones de éstos, se dividen en tres clases. 4.<sup>a</sup> Montañas de entramados horizontales, ó sean los *enrayados*. 2.<sup>a</sup> Montañas de entramados verticales; en los cuales están comprendidos las cerechas, tanto principales, como de faldón, limatesa, limahoya y sub-hileras. 3.<sup>a</sup> Montañas de entramados inclinados, cuyo objeto es la labra de los contrapares y correas.

**152. Hierro.**—Los ensambles en la armadura no oponen generalmente suficiente resistencia, por falta de dureza en las maderas: este inconveniente se ha corregido empotrando en los extremos de las piezas, casquillos ó cajas de hierro fundido, con la forma apropiada para que puedan aquéllas unirse entre sí. Este procedimiento tiene también la ventaja, de no perderse nada del largo de la pieza con la construcción del ensamble.

**153.** El empleo del hierro en la construcción de las armaduras, va generalizándose mucho, por los ventajosos resultados que cada día se obtienen. Se empezó sustituyendo el tirante de madera por otro de hierro, pieza aquélla por lo regular de costosa y difícil adquisición; luego se hicieron pendolón y tirante de hierro. Después se construyeron las armaduras con solos los pares de madera, los cuales fueron reforzados con los pendolones de hierro *a, b*, (fig. 152) perpendiculares á ellos en sus puntos medios, y unidas sus extremidades *c* y *d*, á las *m, n* y *p* de los pares, por medio de barras de hierro; y las primeras entre sí por el tirante del mismo metal *c d*. Así sucesivamente, se ha ido pasando de estas armaduras *mixtas* á las totalmente metálicas.

## LECCIÓN 4.<sup>a</sup>

---

### ESCALERAS.

---

**154. Consideraciones.**—Las *escaleras* tienen por objeto poner en comunicación los distintos pisos de un edificio. Se componen de diferentes *peldaños*, colocados en retirada, y uno sobre otro; de trecho en trecho, se interrumpe dicho conjunto, por medio de mesillas horizontales, que sirven para hacer menos molestas las escaleras, y facilitar al propio tiempo la entrada en las habitaciones. También constan las escaleras, de dos ó una *balaustrada* con su *pasamanos*, colocadas en los extremos laterales, para dar mayor seguridad en el ascenso y descenso por ella.

La parte exterior de los peldaños está compuesta de dos caras planas, una horizontal que sirve para asentar el pie, y otra vertical, que tiene por objeto salvar sucesivamente la distancia entre los pisos: dichas caras, se llaman respectivamente *huella* y *contrahuella*.

El conjunto de peldaños comprendido entre dos mesillas consecutivas, recibe el nombre de *tramo*, y es recto ó curvo, según sea su dirección. La experiencia ha demostrado, que no debe llegar á *veinte* y *dos* el número de peldaños de un tramo; tanto para proporcionar en la subida el descanso necesario, como por evitar en la bajada, el tener ante la vista un espacio vacío demasiado grande, lo cual haría inseguro el paso por la escalera.

La parte del edificio donde está construida la escalera, se llama la *caja* de la misma, la cual debe tener abundante luz; pero no por ésto ha de privarse al edificio de un espacio, que sea conveniente utilizar en otras partes más esenciales de él.

En el muro de la caja, suele fijarse un extremo de los peldaños, y el otro, en unas piezas inclinadas que reciben el nombre de *zancas*: también se emplean *falsas zancas*, en el costado del muro, para sostener los peldaños. Algunas veces, se apoyan las zancas en pies derechos, llamados *espigones*, que tienen el doble objeto de sostener los peldaños inmediatos á las mesillas.

**155.** Las escaleras pueden clasificarse, atendido su destino, en *principales*, de *servicio*, *secretas* etc. etc.; según su forma, en *circulares*, *elípticas*, de *ida y vuelta*, *cuadrangulares* y otras muchas; y por último, en cuanto á su construcción de *ojo*, de *alma*, y *geométricas*, subdividiéndose



éstas en varias clases, y combinándose entre sí: las primeras de esta última clasificación, están caracterizadas por un espacio vacío llamado *ojo*, que queda en el centro de los tramos; las segundas, por el apoyo interior que tienen los peldaños; y las geométricas, porque se consigue su estabilidad, sin necesidad de espigones; otras veces, sin espigones ni zancas; y aun en algunos casos, hasta sin el apoyo que tienen los peldaños en el muro de la caja.

**156.** Los peldaños pueden ser *paralelos* ú *oblicuos*: los primeros tienen igual el ancho de la huella y en los segundos, la huella es más estrecha por la parte interior del peldaño.

El ancho de la huella, debe ser por lo menos igual á la longitud ordinaria del pie, con objeto de que éste pueda apoyarse con comodidad en la huella del peldaño. No debe sin embargo exajerarse aquella magnitud en sentido contrario, porque en este caso resultaría incómoda la escalera, pues sería preciso dar un paso largo, para pasar de uno á otro peldaño.

Una cosa semejante sucede con la contrahuella, cuya altura no podrá exceder del límite á que es posible elevar un pie sobre el otro, y á medida que dicha altura sea menor, también lo será la elevación de los pies; por consiguiente se necesitará hacer menos esfuerzo para transitar por la escalera. Cuando la altura de la contrahuella sea muy pequeña, resulta también incómoda la escalera, porque se eleva el pie más de lo necesario, y tiene luego que descender, para apoyarse en la huella.

**157.** Como resultado de estas observaciones se han deducido diferentes fórmulas empíricas, que determinan la

altura de la contrahuella y el ancho de la huella. Una de ellas es

$$c + h = 0^m, 487,$$

llamando  $c$  y  $h$  respectivamente, aquellas magnitudes.

El Ingeniero Militar D. Bernardo Portuondo, fundado en la fórmula anterior, recomienda en su excelente obra «Leciones de Arquitectura» que las magnitudes de  $c$  y  $h$  deben tener por límites  $0^m, 135$  á  $0^m, 189$ ; y  $0^m, 352$  á  $0^m, 298$ , con

lo cual se consigue que la relación  $\frac{c}{h}$  se aproxime á  $\frac{1}{2}$ , que es la más ventajosa para la pendiente de una escalera.

En los tramos curvos, estas dimensiones se toman en la *línea de huella*, que es la recorrida sobre la escalera, por la persona que transita por ella, apoyada en el pasamanos.

La longitud de los peldaños debe ser proporcionada al número de personas que deban á la vez subir y bajar por la escalera.

Después de las consideraciones expuestas, pasemos al trazado de algunas escaleras.

**158. Escalera circular con alma.**—Estas escaleras, llamadas también de *caracol con alma*, tienen una importante aplicación, en el caso que la planta de la caja sea reducida. Se construyen con peldaños oblicuos, apoyados generalmente en el muro, y en un espigón vertical de  $0^m, 325$  á  $0^m, 418$  de diámetro, que es *el alma* de la escalera; siendo preciso cuando los peldaños son de poca longitud, que su cuello ó extremo interior, tenga por lo menos  $0^m, 160$ , para que no sea peligrosa la escalera.

Supongamos que la planta de la caja (fig. 153) tenga.

2<sup>m</sup>,070 de diámetro, y que la altura del piso á donde se desea subir por la escalera, sea 2<sup>m</sup>,430.

Tomemos en este caso por línea de huella, la circunferencia 1-2-3-4....., de radio

$$\frac{ob+oa}{2} = \frac{1^m,035+0^m,209}{2} = 0^m,622$$

cuya longitud será igual á

$$2\pi \times 0^m,622 = 3^m,9.$$

Considerando el ancho de la huella igual á 0<sup>m</sup>,325 resultarán 12 huellas en una vuelta completa, por ser

$$0^m,325 \times 12 = 3^m,9.$$

Por medio de la fórmula

$$c+h=0^m,487$$

se deduce la altura de la contrahuella

$$c=0^m,487-0^m,325=0^m,162;$$

y dividiendo por este valor, la altura del piso 2<sup>m</sup>,430, tenemos el número de contrahuellas que son necesarias para la escalera; siendo el de huellas una menos, por estar ya la del último peldaño nivelada con el suelo. Resultan por consiguiente aquéllas, 15 y 14 respectivamente.

En este ejemplo, es innecesario averiguar si el ancho de la huella en el cuello de los peldaños, es mayor de 0<sup>m</sup>,160, puesto que aquéllos son de longitud suficiente, para no tener que aproximarse al espigón la persona que transite por la escalera; pero si se desease conocer dicha magnitud, bastaría dividir por 12, número de huellas de una vuelta, la longitud de la sección recta del alma.

**159.** Calculada la escalera propuesta, dividase la cir-

cunferencia 1-2-3....., proyección horizontal de la línea de huella, en doce partes iguales, y uniendo el centro *o* con los puntos de división 1, 2,.... y 12, obtendremos las magnitudes de las huellas, que en este caso, son todas iguales entre sí; siendo la figura *b a c d* el patrón de una de ellas. Las contrahuellas, son también todas iguales al rectángulo, que tiene por base *a b*, y por altura  $0^m,162$ ; estas dimensiones se aumentan lo necesario, tanto para hacer las espigas de unión con el alma, como para apoyar en el muro los peldaños. Cuando éstos se construyen de dos piezas, que es lo más general, una formando la huella y otra la contrahuella, la unión de ambas se efectúa como está indicado (fig. 154), y según puede observarse, todas las piezas tienen una ranura y una lengüeta.

Las contrahuellas se colocan de manera que la ranura esté en la parte inferior de la cara anterior, y la lengüeta en el canto superior; y las huellas, de modo que la primera se halle en la parte anterior de su cara inferior, y la segunda en el canto posterior.

También será necesario para hacer estos ensambles, aumentar el ancho de la huella y la altura de la contrahuella en una cantidad igual á la longitud de las lengüetas respectivas, excepto en la contrahuella del primer peldaño, que es menor que las otras, en el canto de las huellas.

Las huellas tienen por lo regular, en todas las escaleras un pequeño resalto, ó parte volada *m* (fig. 155).

El espigón rara vez puede construirse de una sola pieza, tanto por la dificultad de encontrarla de longitud conveniente, como también, porque el grueso no sea igual en toda su extensión; así pues, en la mayor parte de estas escaleras,

el espigón está formado de distintos trozos, los cuales se empalman; reforzando las uniones por medio de herrajes.

Para marcar en esta pieza las escopleaduras, donde deben entrar las espigas de los peldaños, se empieza dividiendo la superficie cilíndrica del espigón (fig. 156), en doce partes iguales, por medio del mismo número de generatrices: ésto se consigue, trazando en las bases de dicha pieza, perfectamente labradas, dos diámetros paralelos, y después, á partir de los extremos de estas rectas, se dividen dichas bases en doce partes iguales; restando ya solo marcar, por medio de un hilo entintado, las generatrices que se desean. Después de hecho ésto, se traza la escopleadura *a b*, de la primera contrahuella en dirección de una generatriz, y la *b c*, de la huella respectiva, perpendicular á la anterior; continuando así sucesivamente, hasta marcar las correspondientes á las 15 contrahuellas y 14 huellas, que son necesarias para la escalera.

El apoyo que tienen estas piezas en el muro, consiste en pequeñas escotaduras, practicadas por el albañil, llamadas *camas*, las cuales presentan su asiento en distinta dirección, es decir, horizontales y hacia arriba las correspondientes á las huellas, y verticales hacia la parte interior las otras, excepto la perteneciente á la primera contrahuella, que tiene su asiento hacia el exterior.

Cuando la escalera de caracol tuviera cuadrada la planta de la caja, la construcción se haría de un modo análogo al explicado anteriormente; pero en este caso no resultarían iguales entre sí, las plantillas de las huellas y contrahuellas.

**160. Escalera de ida y vuelta.**—Cuando la

:

planta de la caja tiene la forma de un rectángulo, en que el lado menor es próximamente doble de la longitud que deben tener los peldaños, la escalera puede construirse de *ida y vuelta*. Consta ésta de dos espigones ( $a'$ ) ( $a$ ) y ( $b'$ ) ( $b$ ) (fig. 157) que sirven de apoyos á las zancas rectas ( $m' n'$ ) ( $m n$ ) y ( $p' q'$ ) ( $p q$ ), las cuales como ya hemos dicho (núm. 154) tienen por objeto recibir una de las extremidades de cada peldaño, penetrando la otra en las aberturas practicadas en el muro de la caja.

El cálculo de la escalera no ofrece dificultad, conocidas las dimensiones de la planta, y la altura del piso.

Los peldaños pueden construirse con dos tablones, y aun hasta con tablas para las contrahuellas, de un modo semejante al explicado en la escalera de caracol; ó también, pueden hacerse de una sola pieza, para lo cual se emplea un trozo de madera apropósito, que se perfila y talla según la disposición de la escalera. Muchas veces se construyen de piedra los dos primeros peldaños  $y'$  y  $x'$  con objeto de evitar que se pudran por efecto de la humedad; estos dos peldaños se llaman *gemelos*, por que suelen estar sacados de un solo pedazo de piedra.

La mesilla se construye como los entramados horizontales de madera, colocando *cabios*  $d'$  ensamblados en la pieza  $e'$ , que abraza todo el ancho de la caja, y sobre la cual se apoya el último peldaño del tramo; el otro extremo de los *cabios* va empotrado en el muro de caja.

**161.** Para construir las zancas, empiécese preparando la madera de las dimensiones convenientes, y después trácese en su tabla la recta  $x y$  (fig. 158) paralela á las aristas laterales y distante de la  $u z$  unos 0<sup>m</sup>,080, con objeto de que

los resaltos de las huellas queden dentro de la zanca. Luego se escoge una buena escuadra  $p$  y á partir del vértice del ángulo recto y en dirección de los catetos, se toman dos magnitudes  $ed$  y  $ef$  iguales al ancho de la huella y altura de la contrahuella, y tendremos así una plantilla á propósito con que trazar la línea quebrada  $abcdef\dots$ , para lo cual basta ir apoyando los extremos  $d$  y  $f$  de la escuadra, sobre la recta  $xy$ .

La línea quebrada que se ha trazado, representa la intersección de la zanca, con las caras superiores y exteriores de los peldaños; ya fácilmente se marcarán en aquéllas los espesores de las tablas que forman las huellas y contrahuellas, y por consiguiente las escopleaduras necesarias para ensamblar los peldaños.

Con objeto de evitar que las vibraciones de los peldaños grieteen el forjado  $r's'$  (fig. 457), de la parte inferior de las escaleras, se construye un enlatado, el cual se apoya por un extremo en la zanca, y por el otro se empotra en el muro.

**162.** Sobre la zanca de esta escalera se ha colocado una barandilla de hierro con su correspondiente pasamanos de madera. Éstos se construyen generalmente de maderas preciosas, procurando sean de una pieza, cada una de las partes correspondientes á un tramo recto. El adorno del pasamanos se reduce por lo regular á redondear la cara superior valiéndose de un cepillo cóncavo, y á formar en las caras laterales un talón entrante: en la cara inferior se hace una ranura á propósito para que encaje en ella el barandal de hierro de la barandilla.

**163. Escaleras cuadrangulares.**—Se da este nombre á las que tienen el ojo cuadrangular (fig. 164): sus

tramos rectos se construyen como se ha explicado anteriormente, y las zancas se apoyan en los cuatro espigones *a, c, d* y *b*.

En dichas piezas, también se ensamblan los cabios de las mesillas, los cuales se apoyan por el otro extremo en el muro.

**164. Escaleras geométricas.**—Obsérvese que los espigones no son de absoluta necesidad para el sostenimiento de las escaleras, puesto que el verdadero apoyo de ellas, está en las zancas y en el muro, formando el conjunto un sistema tal, que basta para la estabilidad de las primeras piezas, los cabios de las mesillas, ó las zancas correspondientes al tramo inferior de la que se considera; por consiguiente, se podrán suprimir los espigones, con tal de que se construyan las zancas, de suficiente escuadria, para que puedan soportar á la vez el peso de su tramo respectivo, y el esfuerzo trasmitido por la zanca superior, dejando solamente en algunos casos, la parte necesaria de espigón, como pieza de unión de dos zancas consecutivas.

También se reemplazan los trozos de espigón que acabamos de indicar, por medio de zancas curvas, consiguiéndose con ésto el mismo objeto, y de este modo el aspecto de la escalera es más elegante. Dichas zancas están limitadas lateralmente por superficies cilíndricas, y las caras superior é inferior son superficies helizoidales de generatriz horizontal; siendo tangentes á estas superficies, los paramentos respectivos de las zancas rectas adyacentes á ellas.

Vamos á presentar una aplicación de estas escaleras, con objeto de explicar la manera de construir las zancas curvas.



### 165. Escalera de abanico y zanca continua.

—Las mesillas de las escaleras (fig. 157 y 161) absorben un espacio horizontal sin ganar nada en altura; ésto puede evitarse sustituyéndolas, por tramos curvos, llamados de *abanico*, con lo cual se reduce la planta de la caja, lo que será ventajoso en el caso que haya de aprovecharse mucho el terreno.

Ahora bien, adoptando en la construcción de los tramos curvos, el mismo procedimiento que en las escaleras de caracol, resultarían los inconvenientes que tienen aquellos peldaños, por la gran desigualdad en la anchura de las huellas, y además, por el cambio muy brusco que se experimentaría en la pendiente, al pasar de un tramo recto á otro curvo: ambos defectos, sino pueden evitarse por completo, al menos se atenúan lo bastante por el procedimiento que vamos á indicar, el que está reducido á repartir la diferencia de anchura de los cuellos de las huellas, entre un número suficiente de peldaños.

Sea *fgh* (fig. 159) la planta de la escalera y *abc* la proyección de la zanca continua. Hecho el cálculo sobre la línea de huella 1-2-3-4..... supongamos que resulten 21 el número de peldaños necesarios para el primer tramo; cuya proyección se obtendría fácilmente, trazando las líneas rectas, que están marcadas de trazos y puntos.

Construido el perfil 1-2-3... 7-8-9... 15-16-17... 21 (fig. 162), del paramento exterior de la zanca, teniendo presente que tanto el ancho de las huellas, como las alturas de las contrahuellas, han de ser iguales en los tramos rectos 1-7 y 15-21, y en la parte curva 7-15, aunque solo las huellas diferentes de las anteriores, deben también ser iguales

entre sí; uniendo los puntos que corresponden á las aristas salientes de los peldaños, se obtienen las rectas 1-7, 7-15 y 15-21, que indican las pendientes de los tramos: tomando la mitad  $s$  de la recta 7-15 y llevándola sobre las 7-1 y 15-21, á partir de los puntos 7 y 15, se marcan los puntos  $r$  y  $p$ , y levantando en ellos y en el  $s$  perpendiculares á las rectas 1-7, 15-21 y 7-15, las intersecciones  $o$  y  $o'$  de estas perpendiculares, serán centros de los arcos de círculo  $rs$  y  $sp$ , tangentes entre sí y respectivamente á las rectas 1-7, 7-15, y 15-21, los que armonizarán las pendientes de los distintos tramos. Prolongando las rectas del perfil, correspondientes á las huellas, hasta que encuentren á la curva  $rsp$ , obtendremos los puntos 5', 6', 7'... 12', 13', 14'... etc. que indican el ancho progresivo de las huellas en el cuello de los peldaños; trasportando todas estas magnitudes por el mismo orden, sobre el piano de la escalera (fig. 159), de 4' á 5'; de 5' á 6';... y trazando las rectas 5'5, 6'6, 7'7,... por los puntos que resulten y por los respectivos de la línea de huella, tendremos la proyección de los peldaños.

Otro método, consiste en dar á uno de los peldaños centrales de la parte curva, la anchura  $a$  10' (fig. 163) que se considera necesaria: unir el extremo 10' con el punto 11, y prolongar esta recta hasta que corte á la 1-7; suavizando después el cambio de pendiente, por medio del arco  $mr$  tangente á las rectas 1-7, y 11-10' prolongada (1).

**166.** Obsérvese, que los defectos indicados, no se

---

(1) Este procedimiento lo aconseja Portuondo como más conveniente en su citada obra de Arquitectura.

corrigen por completo con las construcciones anteriores; ésto añadido, á que el trazado de los tramos curvos es más difícil, y á que desaparecen la mayor parte de las mesillas, tan necesarias como descansos, obliga en cada caso á meditar con detención, las mayores ventajas é inconvenientes, antes de adoptar las escaleras de abanico.

**167.** Ninguna dificultad puede presentar la labra de las huellas y contrahuellas, pues en el plano de la escalera (fig. 159), tenemos las magnitudes necesarias, para que aquellas piezas estén completamente determinadas.

Los dos primeros peldaños y la parte de zanca correspondiente á ellos, suelen redondearse interiormente de varios modos, por medio de arcos de círculo, y espirales. En la citada figura la zanca está limitada primeramente por los arcos  $ap$  y  $dq$  de  $60^\circ$  cuyo centro comun  $o$  se halla en la prolongación de la arista del tercer peldaño, y á una distancia de  $a$ , igual á el espesor de la zanca: la continuación de estos arcos son espirales, tangentes á ellos en los puntos  $p$  y  $q$ , teniendo por módulo  $\frac{1}{6}$  de  $ad$ , y por centros sucesivos los vértices de un exágono regular, construido sobre la recta  $op$ . La posición de este polígono depende del mayor ó menor desarrollo que se quiera dar á las espirales, y se fija por la distancia al punto  $p$ , del vértice  $v$  mas próximo á él.

Se limita el primer peldaño por una curva que envuelva á las anteriores, tangente á la zanca en  $a$ ; y á la arista  $l$  en  $m$ , pie de la perpendicular á ella  $vm$ .

Una parte de esta curva puede trazarse, construyendo otro exágono que tenga por lado

$$\frac{D-e}{6};$$

llamando  $D$  la magnitud  $vm$  y  $e$  el espesor de la zanca. Los distintos centros de la curva que se pide, serán los vértices de este exágono, que tiene dos de sus lados, confundidos con los que forman el ángulo correspondiente al vértice  $v$ .

Por último, el segundo peldaño se redondea por medio de un arco de círculo  $nq$ , tangente á la arista  $2$  y normal al arco  $dq$  en el punto  $q$ .

**168.** Nada diremos respecto á la construcción de las zancas rectas, por no repetir lo que ya se explicó (núm. 164).

La monteá de las zancas curvas exige un trabajo más detenido, por la forma especial de dichas piezas, que pueden considerarse como un trozo de filete cuadrangular, y labrarse de un modo análogo á las piedras.

Trazada la proyección horizontal  $mn$  (fig. 160) de una parte de la zanca curva, y el corte  $pq$ , que representa las alturas de los peldaños, tírese la recta  $LT$  paralela á la cuerda  $cd$ , y considerando á la primera como línea de tierra, hállese la proyección vertical  $m'n'$ . Esta proyección se determina, encontrando primero la línea  $a'7'-8'-9'-10'b'$  por la intersección de las proyectantes  $a-a'$ ,  $7-7'$ ,  $8-8'$ ,  $9-9'$ ....., con las rectas  $a''-a'$ ,  $7''-7'$ ,  $8''-8'$ ,  $9''-9'$ ..... paralelas á la  $LT$ .

Las líneas  $h'h'$  y  $f'g'$  correspondientes al paramento de la zanca que recibe los peldaños, serán paralelas á  $a'b'$ , y equidistarán entre sí, unos  $0^m,280$ , que es poco más ó menos la altura que tienen estas piezas. Las otras líneas  $t'u'$  y  $r's'$  que limitan el paramento interior, también son paralelas entre sí y se obtendrán, según se sabe por Geometría Descriptiva.

**169.** Las plantillas de las caras laterales se construirán

fácilmente, haciendo el desarrollo de las superficies cilíndricas en que están contenidas y marcando después el escalonado correspondiente á la cara exterior.

Es necesaria otra plantilla, que determine el espesor de la pieza. La proyección horizontal de la zanca podría servir, pero tiene en la práctica el inconveniente, de que se desperdicia mucha madera; así es, que se emplea la que resulta de cortar ambas superficies cilíndricas, por un plano perpendicular al vertical y paralelo á la pendiente de la zanca, cuya traza vertical es  $V'$ . Para encontrar la verdadera forma de esta intersección, bastará rebatir el plano que se considera, por ejemplo, sobre el vertical, y obtendremos en  $m''' n'''$  la plantilla que se desea.

**170.** Labrada una pieza en forma de paralelepípedo, se aplica en las caras superior é inferior la plantilla  $m''' n'''$ , de manera que las líneas que unen los mismos vértices, formen con las aristas laterales de la pieza, ángulos complementarios al que mide la pendiente de la zanca. Después se quita la madera sobrante, con lo cual quedarán construidas las superficies cilíndricas; y en estas caras, se aplican las plantillas de las superficies cilíndricas, teniendo cuidado, que las rectas que unen entre sí los vértices superiores é inferiores, resulten perpendiculares á las generatrices de las superficies cilíndricas, con lo cual tendremos las directrices de las superficies alabeadas: al propio tiempo se marcan en la cara correspondiente, el perfil de los peldaños, para poder practicar las escopleaduras que deben recibirlos.

**171.** Las zancas rectas y curvas, y especialmente las últimas, no siempre es posible construirlas de una sola pieza, y en este caso, se hacen de varias, reforzando las

uniones de los ensambles, por medio de pernos de *dos tuercas*, que se colocan en dirección de sus ejes, para lo cual, es necesario abrir unas cajas en las caras laterales de las zancas, con objeto de poder introducir y enroscar aquéllas.

También se construyen zancas, llamadas de *cremallera*, cuya cara superior está limitada por una serie de planos horizontales y verticales, que forman el perfil de la escalera, y en los cuales se apoyan las piezas que constituyen los peldaños.

**172.** El pasamanos correspondiente al tramo curvo de la escalera, se construirá del mismo modo que las zancas, (núm. 169) ó por un procedimiento sencillo, que consiste en sacar un molde, con una plancha delgada de plomo, sobre el barandal de hierro.

**173. Escaleras suspendidas.**—Se llaman así, las que no tienen más apoyo que los muros de caja, y cuyos peldaños, que en este caso son macizos (fig. 164), se sostienen mutuamente por los cortes de sus juntas; éstas, están compuestas de dos caras planas, una horizontal *ab*, que se apoya en el peldaño inferior, y otra *bc*, que es perpendicular á la pendiente, en los tramos rectos, y en los curvos, se aproxima al paraboloides hiperbólico, normal á la superficie helizoidal.

Las escaleras de esta especie, que también corresponden al grupo de las geométricas, se calculan según su forma, como otra cualquiera, y al construirlas se van uniendo los peldaños por medio de pernos, con lo cual se aumenta la resistencia.

**174. Empleo del hierro.**—También este metal

viene representando un papel cada día más importante, en la construcción de las escaleras, ya combinándolo con la madera ó haciéndolas sólo de él. Estas últimas, que son susceptibles de embellecerlas todo cuanto se desee, tienen una utilísima aplicación por su incombustibilidad, en los edificios muy concurridos; siendo quizás la escalera, por la forma de su caja, la parte más expuesta del edificio á ser destruida por el fuego.

El empleo de espigones, zancas y otras piezas de hierro, ha dado excelentes resultados en las escaleras mixtas; pero por muchas que fueran las ventajas obtenidas con ellas, la madera tendrá aún por bastante tiempo una gran aplicación, en la mayor parte de las localidades, donde el hierro se adquiere con dificultad, y en cambio aquélla se encuentra con abundancia.

Algunos representantes de la prensa, como los señores de las oficinas de las secretarías, ya opinaban que la  
necesidad de un estudio más detenido de los datos estadísticos que son  
necesarios para el conocimiento de las causas de la mala  
situación económica por su importancia, en las  
condiciones muy concretas de cada una de las oficinas, por la  
falta de un caso, la falta de una oficina del edificio a ser  
destinada para el efecto.

El estudio de los datos estadísticos, tanto y otros países de hervor,  
de los resultados obtenidos en las oficinas mixtas; pero  
los resultados de los datos estadísticos obtenidos con ellas, la  
necesidad de un estudio más detenido de los datos estadísticos,  
en la medida de las posibilidades, de los datos estadísticos  
obtenidos con ellas, y en cambio de ellas, en condiciones  
convenientes.



## LECCIÓN 5.<sup>a</sup>

---

### ANDAMIOS Y CIMBRAS.

---

**175. Andamios** —Se da este nombre, á las construcciones provisionales, que tienen por objeto facilitar el servicio y progreso de una obra distante del suelo.

La forma de los andamios depende de la obra que se quiere hacer, pero cualquiera que sea, es necesario cuidar especialmente en la construcción de aquéllos, de no economizar medio alguno, para evitar todo lo posible las continuas desgracias de los obreros: ésto puede conseguirse en parte, haciendo los andamios bastante sólidos; colocando pasamanos en sus diferentes pisos; y por último, poniendo redes debajo de los sitios donde se trabaja, para resguardar

á los obreros, de las funestas consecuencias en las caídas.

**176.** En el caso que la altura de la obra sea pequeña, basta construir un piso de tablonos, sostenido por caballetes (fig. 165), escaleras de mano, toneles, etc. etc.....; cuidando de asegurar bien la estabilidad del conjunto, por medio de cuñas, y atando ó clavando los tablonos á dichos apoyos.

Cuando es mayor la altura de la obra, se construyen andamios de distintas clases, y á continuación vamos á describir los más usuales.

**177. Andamios fijos.**—El perfil de uno de éstos, que está representado (fig. 166), se compone de varios postes verticales ó *almas a, a*, colocadas á uno y otro lado del muro que se quiere construir, y distantes de él 4<sup>m</sup>,500, pudiendo aumentarse, según la obra que se ejecuta: dichas *almas* se empotran fuertemente en el suelo, y se espacian de dos á tres metros.

Cada dos postes de diferente lado se unen entre sí, con los *puentes b b, c c,.....* los cuales atraviesan el muro por unos agujeros llamados *mechinales*, y sobre aquéllos, se tienden los tablonos *m m, n n,.....* que forman los pisos del andamio.

Muchas veces bastará construir solamente la parte exterior de este andamio, que se va elevando á medida que adelanta la obra, y su parte interior se reemplaza por andamios de caballetes etc. etc., colocados sobre los entramados horizontales del edificio.

Cuando el muro sea de sillería, que no podrán dejarse en él *mechinales*, se aprovechan los vanos en sustitución de aquéllos; y en el caso que ésto tampoco sea posible, se apoya el puente en un jbalcon, que parte del alma.

Las uniones de estas piezas se efectúan con ensambles, clavos, buenas cuerdas, etc. etc. y todo cuanto se considere necesario, para que presenten mayor resistencia: además se aumenta la solidez del conjunto, por medio de aspas que unan los postes verticales.

**178. Andamios suspendidos.**—Cuando la obra que se quiere hacer tiene mucha altura, y hay facilidad en suspender el andamio por la parte superior, como por ejemplo, en la reparacion de la parte mas elevada de una fachada, se construyen *andamios suspendidos*, que tienen la ventaja sobre los anteriores de ser más económicos.

Generalmente estos andamios solo tienen un piso, que está unido á unas piezas verticales: éstas, suben ó bajan, por medio de cuerdas, que se arrollan en un torno, pasando antes por poleas, fijas en los extremos de piezas situadas en la parte superior, y algo voladas. Se comprende cuan indispensable es, el que estas últimas piezas estén perfectamente fijas.

**179. Andamios volantes, movibles y giratorios.**—Cuando la obra tiene mucha longitud, en vez de hacer todo el andamio, lo cual sería muy costoso, se puede en algunos casos, construir solo una parte, y á medida que avanzan los trabajos, se desarma aquélla, para cambiarla de sitio. Estos andamios reciben el nombre de *volantes*.

El inconveniente que tienen los volantes, es el trabajo que proporcionan al armarlos y desarmarlos tantas veces, lo cual se evita por medio de los *movibles* (fig. 167), cuya disposición se comprende perfectamente con la sola inspección del dibujo.

Cuando la obra sea circular, será más conveniente

construir el andamio movable, de modo que gire alrededor del eje de la superficie correspondiente al paramento interior, y en este caso se llama *giratorio*.

**180. Cimbras.**—Son las obras, generalmente de madera, que tienen por objeto sostener los materiales de una bóveda durante su construcción. Aunque de esta definición parece desprenderse, que la forma exterior de la cimbra, debe ser exactamente igual á la del intradós de la bóveda, no sucede así, por efecto de la pequeña depresión que sufre ésta después del descimbramiento; siendo por consiguiente necesario construir las cimbras un poco peraltadas.

La composición de una cimbra, se reduce á varios entramados verticales espaciados de 0<sup>m</sup>,600 á 2 metros, cuya curvatura en la parte superior, es paralela á la sección del intradós: sobre el contorno de ellos y en dirección trasversal se colocan piezas más ó menos unidas, según los materiales que deban sostener, y por último se enlazan fuertemente dichos entramados entre sí.

Este conjunto, se apoya unas veces en las cornisas ó partes salientes de la obra; otras, sobre soleras sostenidas por postes adosados á los muros; y en algunos casos, prolongando hasta el suelo los entramados, por medio de postes.

Las cimbras de la bóveda esférica pueden reducirse á distintos enrayados que sirvan para sostener cada una de las hiladas (núm. 68).

En la construcción de dinteles, bastará colocar tablas ó vigas horizontales, aseguradas por postes verticales.

**181.** Para construir bóvedas de pequeña luz, los entramados se reducen á cerchas triangulares *abc* (fig. 168), provistas de unos tablones *m* y *n*, clavados de canto sobre

los pares, y aplantillados según la curva  $xyzv$  paralela á la sección del intradós, y distante de ella unos  $0^m, 150$  próximamente.

Cuando sea de sillería la bóveda que se construya, se fijan solamente en la parte superior de las cerchas, las viguetas  $p, q, r, \dots$ ; pero si es de otro material menudo, se cubren dichas viguetas con tablas ó tablones, formando una superficie continua.

**182.** A medida que sea mayor la luz de una bóveda, aumentará el peso de ella, y con objeto de que no peligre por ésto la estabilidad de la cimbra, será necesario colocar diferentes puntales en dirección normal á la curva del intradós.

Las figuras (169 y 170) representan dos cimbras, de mayor luz que la del número anterior. Una de ellas carece de tirante, lo cual á veces es necesario para no obstruir el paso por la parte inferior.

**183.** Siempre que las condiciones del terreno lo permitan, se traza la montea en el mismo paraje donde deba establecerse la cimbra, y en el caso contrario, se trasportan sucesivamente las cerchas armadas á dicho sitio; pero si ésto tampoco fuera posible, se ensamblan aquéllas sobre la montea para cerciorarse de su perfecto ajuste, y luego se llevan desarmadas al lugar designado.

**184. Descimbramiento.**—No debe verificarse esta operación hasta transcurrir el tiempo necesario para que la mezcla se haya endurecido y de este modo resulte la construcción con mejor asiento.

Para efectuar el descimbramiento, se irán quitando sucesivamente todas las viguetas, empezando á la vez por uno y

otro lado á partir de los arranques: esta operación presentará alguna dificultad en las viguetas superiores, que están más oprimidas con el peso de la bóveda, no siendo fácil sacarlas sin dar alguna holgura á la cimbra. Con este objeto se han ideado diferentes sistemas de cuñas para tener apoyada la cimbra en ellas, hasta el momento del descimbramiento.

Uno de dichos sistemas empleado con feliz éxito, es debido al Sr. Sazilly que consiste en hacer descansar las cimbras en cajas cilíndricas de palastro A' (fig. 171), que tienen un apoyo cuadrado de madera (B') (B) y cuyas dimensiones son las siguientes.

$$a b = 0^m, 300$$

$$d' c' = 0^m, 500$$

$$m n = 0^m, 350.$$

En la parte inferior hay cuatro agujeros  $x, v, y$  y  $z$ , que se cierran con tapones de encina ó roble.

Estas cajas, se llenan de arena hasta los tres cuartos de su altura, introduciendo en la parte restante unos émbolos cilíndricos de madera, (Q') (Q) cuyas dimensiones son un poco menores que el hueco interior de las cajas.

Sobre dichos émbolos, descansan las cimbras, y al efectuar el descimbramiento se abren los agujeros para que salga la arena, y de este modo descenderá el conjunto: debe procurarse que la arena esté bien seca, y si es preciso se remueve con una varilla de hierro, con objeto de que su salida no se entorpezca.

La colocación de estas cajas puede hacerse al armar las cimbras, pero para evitar el que la arena se humedezca, es más frecuente colocarlas al hacer el descimbramiento, man-

teniendo hasta entonces la posición de aquéllas por medio de calzos. Además será conveniente colocar, durante la operación del descimbramiento, una doble cuña al lado de cada caja, para evitar, que por la rotura de alguna de estas, baje la cimbra bruscamente.

Otro sistema de cuñas que también está dando excelentes resultados consiste en dos tornillos fileteados en sentido contrario y unidos por una tuerca: las cabezas de aquéllos son cuadradas para que encajen en las piezas de apoyo, y la tuerca tiene unos taladros en la parte exterior con objeto de introducir una palanqueta que le dé el movimiento de rotación. Según sea el sentido de éste, los tornillos se aproximarán ó se separarán, y por consiguiente la cimbra descenderá ó volverá á subir actuando sobre la bóveda.





## LECCIÓN 6.<sup>a</sup>

---

### APLICACIONES AL MATERIAL DE ARTILLERÍA.

---

**185. Maderas.**—En los establecimientos á cargo del Cuerpo, donde se construye la parte de madera del material de guerra, se adquiere generalmente aquélla en rollos sin descortezar, sacándose después de los troncos, trozos que tengan las dimensiones necesarias, para poder obtener las piezas que se deseen. Las maderas que se emplean con este objeto son muy variadas, y á continuación se expresan las más principales, con el uso preferente al cual se las destina.

	CLASES.	APLICACIONES.
DE LA PENÍNSULA.	<i>Álamo negro.</i>	Mástiles. Gualderas. Soleras. Cajas de eje. Lanzas. Viguetas. Cábrias. Espeques. Ejes, Brancales. etc.
	<i>Castaño.</i>	Cajas de municiones. Arcones, etc.
	<i>Encina.</i>	Rayos. Pinas. Ejes de cureñas de plaza. Teleras. Viguetas y Cubos.
	<i>Fresno.</i>	Piezas largas que necesitan flexibilidad. Afustes y Balancines.
	<i>Haya.</i>	(Suple al fresno.)espoletas y Cajas.
	<i>Nogal.</i>	Cajas de fusil y Afustes.
	<i>Olmo.</i>	Piezas de carretería.
	<i>Pino.</i>	Brancales. Arcones y Cajones de empaque.
	<i>Roble.</i>	Gualderas. Ejes. Ruedas. Teleras. Soleras. Espeques y Esplanadas.
	<i>Ácana.</i>	Ruedas de cureña y Poleas.
DE CUBA.	<i>Almendro.</i>	Peones de cábria. Manivelas. Mangos de útiles y Soleras.
	<i>Caoba.</i>	Cureñaje y Espoletas.
	<i>Cedro.</i>	Cureñaje y Empaques de municiones.
	<i>Majagüa azul.</i>	Cajas de fusiles. Lanzas de carruajes. Juegos de armas. Manivelas. Astas de lanza, etc. etc.
	<i>Ocuje.</i>	Piernas de cábria. Mástiles y Manivelas.
DE FILIPINAS	<i>Roble de Cuba.</i>	Cureñas.
	<i>Guijo.</i>	Mástiles. Gualderas. Soleras. Cajas de eje. Lanzas. Viguetas. Cábrias. Espeques. Ejes. Brancales. Cubos de rueda, etc. etc.

Conviene no hacer construcciones con estas maderas, hasta que estén perfectamente secas, para lo cual necesitan

llevar, por lo menos, cinco años cortadas, excepto el pino y el haya que con dos es suficiente, habiéndolas conservado con esmero durante dicho tiempo.

**186.** La excelente colección de láminas de nuestro Material y el «Prontuario de Artillería» del ilustrado Teniente del Cuerpo D. Estanislao Guin, facilitan todos los datos necesarios, para hacer aplicación del corte de maderas al objeto de esta lección: vamos pues á presentar algunos ejemplos.

**187 Cajones de empaque.**—La cajonería de empaque se construye con tablas de unos 0<sup>m</sup>,020 de espesor, ensamblándose los *largueros* y *testeros* con almohadones ó á cola de milano, y á estas piezas el fondo, á junta plana ó con un rebajo á media madera hecha en el contorno de aquel, según el peso de los efectos que deban sostener. La *tapa* generalmente es sencilla, excepto en los cajones de pólvora, que entra á corredera, haciéndose para ello ranuras en los bordes superiores é interiores de los largueros y en un testero, y las lengüetas correspondientes en los cantos de la tapa: el testero que no lleva ranura tiene menos altura, con objeto de dejar el hueco necesario para introducir la tapa.

La siguiente tabla indica las dimensiones exteriores de diferentes cajones de empaque.

	Largo.	Ancho.	Altura.
Para pólvora. . . . .	0 <sup>m</sup> ,800	0,255 á 0,260	0,255 á 0,260
Id. proyectiles de 8 cm. (Trubia). .	0,592	0,230	0,240 á 0,255
Id. id. id. para el C. Ac. Rf.	0,560	0,230	0,240
Id. id. 9 cm. . . . .	0,570	0,260	0,260
Id. id. 9 cm. mod.° 1878.	0,560	0,235	0,250
Id. id. 10 cm. . . . .	0,570	0,250	0,270
Id. granadas metralla de 9 cm. . .	0,560	0,225	0,240
Id. espoletas de tiempos modelo 1874 para granadas de metralla.	0,865	0,378	0,850
Id. espoletas de tiempos mod.° 1880	1,540	0,510	0,290
Id. cartuchos metálicos. . . . .	0,732	0,193	0,206
Id. balas sueltas mod.° 1871. . . .	0,640	0,195	0,155
Id. fusiles mod.° 1871. (Oviedo). .	1,386	0,445	0,360
Id. tercerolas mod. 1871. . . . .	1,045	0,434	0,336
Id. mosquetones mod.° 1874. . . .	1,030	0,430	0,355

El empaque para cajones de pólvora propuesto por la Junta Superior Facultativa y pendiente de aprobación, es el Italiano reformado. Consiste en un doble cajón, el interior de zinc ú hoja de lata, y el exterior de madera de pino reforzado con listones hacia sus extremos, cerrándose uno de éstos por medio de una tapadera con un saliente que sirve de asa; la tapadera se asegura con dos listones sujetos á su vez en sus extremos por los brazos de dos crucetas de forma de *t* que se fijan por medio de una chaveta ó cuña

que atraviesa el asa de la tapadera. Las dimensiones de este cajón son 0<sup>m</sup>,845, 0<sup>m</sup>,330 y 0<sup>m</sup>,330 (1).

**188.** Todos los empaques cuyo peso no exceda de 60 kilogramos se precintan con cuerdas, correas, alambre ó flejes de hierro; en el caso que el peso sea mayor se refuerza aquél con escuadras de hierro.

El precinto reglamentario para los cajones de pólvora consiste en un listón (A) (A') (fig. 172), que tiene una uña (m) (m'), dos muescas debajo de ella, y el barreno (n) (n'); dicha pieza gira en (b) (b') sobre un tornillo de rosca de madera, colocado por la parte interior del cajón y equidistante de las líneas *c d* y *e f* que representan respectivamente la parte inferior de la tapa y del fondo del empaque.

En la posición del listón que indica la figura, no puede sacarse la tapa, porque lo impide la uña que está apoyada en el testero de aquélla; girando el listón lo suficiente, la tapa quedará franca. Para fijar dicha posición del listón se pasa una cuerda por los taladros *t, t* que tiene el cajón y por el barreno expresado anteriormente (n) (n'), uniéndose las extremidades de aquélla, en una de las muescas, con una medalla de plomo (r) (r').

Los tornillos de madera *p, p* colocados por la parte exterior, tienen por objeto evitar que se rompa la cuerda y el tornillo *b*, quitando todo movimiento al listón; la luz *q'* abierta en éste, sirve para examinar si aquel tornillo está roto.

Los cajones para empacar proyectiles, armas blancas, de fuego etc. etc., llevan interiormente las divisiones ne-

(1) Prontuario de Artillería de Guis. Capítulo 5.º artículo 1.º párrafo 3.

cesarias, ó unos puentes de madera con mortajas, para dar perfecto alojamiento á los efectos que deban guardarse.

**189. Gualderas.**—Se da este nombre á las partes del montaje ó cureña, que están destinadas á sostener los muñones de las piezas de Artillería.

La (fig. 473) representa en escala  $\frac{1}{20}$  una de las gualderas del montaje de plaza modelo 1864, para cañón de bronce rayado de 46 cm., que consta de dos piezas A A y B B de 0<sup>m</sup>,445 de espesor, ensambladas á junta plana con las falsas espigas *a, b y c* llamadas *telerines*, y unidas por medio de cuatro pernos que pasan por los taladros 1-1, 2-2, 3-3 y 4-4. La mortaja C sirve para recibir la muñonera de hierro, y las D y E para ensamblar las gualderas con los *telerones* G-G y F-F (fig. 474) llamados de *contera* y *delantero* respectivamente, para lo cual estas últimas piezas, llevan las mortajas, *m, m, m y m; n y n*.

La escopleadura H (fig. 473) recibe la espiga de cuadrado de la *telera*; y esta última pieza, los *telerones* y tres pernos que pasan por los taladros *d, f y r* fortalece la unión de ambas gualderas.

**190.** La (fig. 475) representa en escala  $\frac{1}{10}$  una gualdera de la cureña de batalla modelo 1868, para el cañón de acero 8 cm. largo, cargado por la culata, y se compone de dos piezas B B y A A, la segunda corrida desde la testera á la contera; que van unidas por un ensamble *abcde fgh* compuesto de cuatro esperas, reforzado con cinco pernos que pasan por los taladros 1-1, 2-2, 3-3, 4-4 y 5-5.

La mortaja C sirve para recibir la sota-muñonera de hierro, y la D para unir las gualderas con la caja de eje: el corte de esta caja en dicho ensamble es el M (fig. 476).

Las gualderas se unen por medio de cuatro pernos que pasan por los taladros *m*, *n*, *p* y *q*; los dos primeros llevan un tubo de separación para conservar la distancia entre las gualderas.

En la reforma que se hizo en 1870 para adaptar dos asientos sobre el eje de esta cureña, las gualderas sufrieron muy poca modificación. En la segunda reforma hecha en 1880, se adelantó 0<sup>m</sup>,450 el aparato de puntería, teniendo que modificar como consecuencia de ésto la forma interior de las gualderas para poder disparar la pieza por 15° de elevación y 9° de depresión.

Tienen también las gualderas otras distintas mortajas y taladros para colocar diferentes herrajes, como el argollón de contera, aparato de puntería, ganchos, anillo etc. etc.

**191. Ruedas.**—Solamente vamos á ocuparnos de las ruedas que se construyen de madera y tienen por objeto facilitar el movimiento de los carruajes y montajes de Artillería.

Las ruedas (fig. 477) se componen de tres partes principales; el cubo A, los rayos B, B, etc., y las pinas C, C, etc.: esta figura representa en escala  $\frac{1}{20}$  la rueda de la cureña de batalla modelo 1868.

El cubo, que es la parte central, presenta la forma de una superficie de revolución y está taladrado de una á otra parte en dirección de su eje para dar paso al del carruaje, teniendo en su contorno, doce escopleaduras donde se alojan las espigas de igual número de rayos: la (fig. 478) representa en escala  $\frac{1}{5}$  la sección del cubo, en dirección de un plano meridiano. Esta pieza se refuerza por la parte exterior con cuatro aros *m m*, *n n*, *p p* y *q q*, de hierro



forjado, é interiormente con un buje de bronce torneado.

Los rayos (fig. 479) tienen unas espigas (*a'*) (*a*) y (*b'*) (*b*) en sus extremos: una de ellas ya hemos dicho cual era su objeto, y la otra (*b'*) (*b*) sirve para ensamblar el rayo con las pinas, atravesándolas de uno á otro paramento de espesor. Para fortalecer esta unión se hace á la espiga la mortaja  $\omega'$  y se introduce una cuña en ella después de puestas las piezas en junta.

La espiga (*a'*) (*a*) que entra en la escopleadura del cubo, tiene dos pequeñas muescas *m'* y *n'*, cuyo objeto es dar alojamiento á la madera de la escopleadura en su movimiento, producido por efecto de la gran presión que sufre al introducir el rayo.

Las pinas C, C,... (fig. 477), cuyo número en toda rueda es mitad del de rayos, están limitadas generalmente por dos superficies cilíndricas concéntricas, un plano perpendicular á aquellas generatrices y una superficie cónica. Estas piezas se unen con falsas espigas, y con una llanta D D D.... (1) de hierro forjado de una sola pieza, sujeta á las pinas por medio de pernos  $\alpha$ ,  $\alpha$ ,  $\alpha$ ....

**192.** Se coloca la llanta caldeándola primero (2), y luego se encaja sobre el contorno exterior de las pinas valiéndose de unas tenazas, golpeándola después con un martillo, y por último, se moja la rueda para evitar se carbonice con exceso la madera.

Los trozos de encina para pinas deben ser perfectamente sanos, y proceder precisamente de rama; para los rayos se

---

(1) Antiguamente se colocaban tantas llantas como pinas.

(2) En la Maestranza de Sevilla existe un horno especial con este objeto.



emplean trozos de tronco y á ser posible de encina muy joven.

Después de armada la rueda, los ejes de los rayos no se encuentran en el mismo plano, sinó que forman una superficie cónica, para lo cual es preciso introducir los rayos en el cubo con igual inclinación, operación que requiere cierta habilidad en los operarios.

**193.** También se construyen ruedas con cubo metálico, que están dando excelentes resultados; el modelo *Madrás* consiste en dos platos de bronce sujetos con pernos de sección triangular, que corresponden á las uniones de los rayos; éstos se unen á junta plana y los huecos que quedan entre los rayos, dentro de los platillos, se llenan con cuñas de madera hasta completar la circunferencia de aquéllos.

**194. Marcos esplanadas.**—Son una especie de esplanadas giratorias que tienen por objeto facilitar el servicio de las piezas en los montajes de plaza y costa.

La (fig. 180) representa en escala  $\frac{1}{20}$  la parte de madera del marco esplanada núm. 2 modelo 1864, para el servicio de las piezas siguientes: C de H R de 16 cm., O de H de 24 cm., C de 13 cm. y C de 12 cm. largos, lisos y rayados.

Dicho marco, que es horizontal, se compone de dos brancales P P y R R, y dos teleras M y N, ensambladas á aquéllos á escopleadura y espiga recta, fortaleciendo la unión de las primeras piezas por medio de dos pernos que pasan por los taladros 1, 1, y 2, 2.

En el centro de la telera N de testero se construye una mortaja que sirve para colocar el *argollón avisagrado*, el cual sujeta el marco á la batería; y en la cara inferior de los brancales hay seis pequeñas mortajas *a, b, c, d, e* y *f*,

para alojar las planchuelas, sobre las cuales sientan los cojinetes que sostienen los rodillos del marco, y por último los cuatro taladros 3, 4, 5 y 6, sirven para recibir cuatro pernos que tienen argolla en su cabeza.

La (fig. 481) representa en escala  $\frac{1}{10}$  la sección del brancal R R (fig. 480) por  $z y$ , el cual se refuerza en la cara  $a b$  (fig. 481) con una plancha de hierro sujeta con tornillos.

**195. Cabrestante.**—Se llama así á un torno de eje vertical que tiene por objeto arrastrar grandes pesos; por ejemplo, subir las piezas de artillería por las rampas que conducen á las baterías, atracar en las playas los lanchones que trasportan efectos pesados etc. etc.

La (fig. 482) representa en escala  $\frac{1}{30}$  el cabrestante de madera perteneciente á nuestro material, el cual se compone del molinete A, sostenido por un fuerte armazón (B') (B); el molinete, tiene unas mortajas  $a$  en la parte superior, para embarrar las palancas donde se aplica la fuerza, con objeto de ir enrollando á él una cuerda; además tiene un cuello  $b$ , por debajo de las mortajas, que lo asegura en el armazón, y una espiga  $c$  de hierro con el mismo fin.

La parte inferior del armazón se compone de dos soleras (S' S') (S S, S S) y dos teleras P P y R R: la telera P P, va ensamblada á aquéllos á escopleadura y espiga recta con clavijas ( $x'$ ) ( $x, x$ ): y la otra telera R-R del mismo modo pero con esperas, con objeto de que resista mejor la presión que sobre ella causa el molinete. Sobre este marco, base del cabrestante, se elevan cuatro montantes, dos de ellos proyectados en  $C'$ , verticales, y los otros en (D') (D, D) inclinados; los primeros están ensamblados á las soleras á escopleadura y espiga recta, y los últimos á escopleadura y espiga oblicua con espera.

La parte superior de los montantes recibe un marco, ensamblado á los  $C'$  á escopleadura y espiga, y á los  $(D')$   $(D, D)$  á cola de milano. Dicho marco lo forman dos largue-ros  $(E')$   $(E, E)$  y dos teleras  $F$  y  $G$ , las cuales están ensam- bladas del mismo modo que las piezas de la base del cabres- tante, y tienen en su centro una muesca donde se aloja el cuello del molinete.

La telera  $RR$ , está provista de un taladro y una mortaja; aquél para la espiga del molinete y ésta con objeto de colocar una planchuela de hierro por medio de tornillos.

La cabeza del molinete tiene los aros  $z, z$ , y el extremo inferior el  $y$ , cuyo objeto es aumentar la resistencia del molinete.



TABLA 1.ª

**Marco de los Reales Pinares de Valsain.**

NOMBRES DE LAS PIEZAS.	MEDIDAS MÉTRICAS.			OBSERVACIONES.
	LARGO.	TABLA.	CANTO.	
<i>Madera de hilo.</i>				Las cuatro primeras piezas no tienen largo determinado, empezándose á contar desde 3 <sup>m</sup> 343 las tres primeras, y desde 6 <sup>m</sup> 408 la Sesma. Los largos de las alfargias, medias alfargias terciados, cuadradillos, portadas y portadillas son los de los machones ó trozas de que proceden, advirtiéndose que en las dos últimas clases no pueden ser ménos de 2 <sup>m</sup> 508. La longitud de las tablas de gordo, pulgada, tableta y hoja es de 1 <sup>m</sup> 950 ó 2 <sup>m</sup> 508. La ripia es generalmente de 1 <sup>m</sup> 950. Hay otras clases como las llamadas chilla, cofrera etc. que son muy poco usadas.
Media vara. . . . .	»	0,448	0,278	
Pie y cuarto. . . . .	»	0,348	0,243	
Tercia. . . . .	»	0,278	0,209	
Sesma. . . . .	»	0,209	0,158	
Vigueta. . . . .	6,429	0,209	0,158	
Media vigueta. . . . .	3,343	0,209	0,158	
Madero de á seis. . . . .	5,045	0,192	0,139	
Id. de á ocho. . . . .	4,458	0,158	0,122	
Id. de á diez. . . . .	3,901	0,123	0,104	
<i>Madera de sierra.</i>				
Alfargias. . . . .	»	0,139	0,104	
Medias alfargias. . . . .	»	0,104	0,070	
Terciados. . . . .	»	0,104	0,052	
Cuadradillos. . . . .	»	0,052	0,052	
Portadas. . . . .	»	0,448	0,052	
Portadillas. . . . .	»	0,348	0,052	
Tablas de gordo. . . . .	»	0,279	0,035	
Tablas de pulgada. . . . .	»	0,279	0,026	
Camera. . . . .	4,095	0,244	0,026	
Tableta. . . . .	»	0,279	0,017	
Hoja. . . . .	»	0,279	0,013	
Ripia. . . . .	»	0,209	0,013	

TABLA 2.<sup>a</sup> (1)

Marco Castellano (2).

NOMBRES DE LAS PIEZAS.	MEDIDAS MÉTRICAS.			OBSERVACIONES.
	LARGO.	TABLA.	CANTO.	
<i>Madera de hilo.</i>				
Media vara. . . . .	8,36	0,42	0,35	
Pie y cuarto. . . . .	8,36	0,35	0,28	
Tercia. . . . .	8,36	0,28	0,21	
Cuarta. . . . .	8,36	0,21	0,21	
Sesma. . . . .	8,36	0,21	0,15	
Vigueta. . . . .	6,13	0,19	0,14	
Media vigueta. . . . .	3,34	0,19	0,14	
Doblero de 48. . . . .	5,01	0,17	0,14	
Doblero de 46. . . . .	4,46	0,14	0,10	
Doblero de 44. . . . .	3,90	0,12	0,08	
Medio doblero. . . . .	2,79	0,17	0,14	
<i>Madera de sierra.</i>				
Tirante de 48. . . . .	5,02	0,12	0,08	
Tirante de 45. . . . .	4,18	0,12	0,08	
Tirante de 42. . . . .	3,34	0,12	0,08	
Medio tirante. . . . .	2,09	0,12	0,08	
Tabla alcaceña. . . . .	2,54	0,42	0,05	
Tabla portaleña. . . . .	2,54	0,35	0,04	
Tabla chilla. . . . .	2,09	0,28	0,03	
Tabla ripia. . . . .	4,76	0,21	0,02	

(1) Esta tabla y las siguientes son las que se citan en la nota del párrafo 74.

(2) De Cuenca.

TABLA 3.<sup>a</sup>

**Marco de Guadarrama.**

NOMBRES DE LAS PIEZAS.	MEDIDAS MÉTRICAS.			OBSERVA- CIONES.
	LARGO.	TABLA.	CANTO.	
<i>Madera de hilo.</i>				
Media vara doble.	3,34 á 8,37	0,575	0,418	
Media vara sen- cilla. . . . .	3,34 á 8,37	0,418	0,279	
Pie y cuarto doble	3,34 á 8,37	0,505	0,348	
Pie y cuarto sen- cillo. . . . .	3,34 á 8,37	0,348	0,244	
Tercia. . . . .	3,34 á 8,37	0,279	0,209	
Sesma. . . . .	6,97 para arriba.	0,226	0,157	En la me- dia vigueta se admite una escuadría me- nor. Hay tablas chilla, cofre- ra, etc., etc. poco usadas.
Vigueta. . . . .	6,13	0,226	0,157	
Media vigueta. . .	3,34	0,226	0,157	
Madero de seis. .	5,02	0,174	0,139	
Medio madero de seis. . . . .	2,79	0,174	0,139	
Madero de ocho. .	4,46	{ 0,139 y 0,157 }	0,104	
Madero de diez. .	3,90	{ 0,121 y 0,139 }	0,087	
Machones. . . . .	4,67 á 4,48	{ 0,418 y más }	0,418 y más	
Troza de tercia. .	2,51	0,279	0,209	
Troza de id. . . .	1,95	0,279	0,209	
Troza de ripia. . .	1,95	0,209	0,209	

MOMBRES DE LAS PIEZAS.	MEDIDAS MÉTRICAS.			OBSERVA- CIONES.
	LARGO.	TABLA.	GANTO.	
<i>Madera de sierra.</i>				
Alfargías. . . . .	Del machon ó troza res- pectivo.	0,139	0,104	
Media alfargía. . . . .				
Terciados. . . . .	id.	0,104	0,052	
Portadas. . . . .	2,54 en adelante.	0,448	0,052	
Portadillas. . . . .				
Tablas de gordo. . . . .	1,95 á 2,51	0,279	0,035	
Tablas de pulgada . . . . .	1,95 á 3,34	0,279	0,026	
Camera. . . . .	1,95	0,244	0,026	
Tableta. . . . .	1,95 á 2,51	0,279	0,017	
Hoja. . . . .	1,95 á 2,51	0,279	0,013	
Ripia. . . . .	1,95 á 3,34	0,209	0,013	



TABLA 4.ª

Marco de Zaragoza.

NOMBRES DE LAS PIEZAS.	MEDIDAS MÉTRICAS.			
	LARGO.	DIÁMETRO	TABLA.	CANTO.
<i>Madera en rollo.</i>				
Docén récio. . . . .	4,632	0,193	»	»
Docén delgado. . . . .	4,632	0,144	»	»
Catorcén récio. . . . .	5,404	0,209	»	»
Catorcén delgado. . . . .	5,404	0,160	»	»
Secén récio. . . . .	6,176	0,224	»	»
Secén delgado. . . . .	6,176	0,176	»	»
Aguilón ó madero redondo de piso, récio. . . . .	7,720	0,289	»	»
Aguilón ó madero redondo de piso, delgado. . . . .	7,720	0,193	»	»
Filas ó palos redondos para andamios. . . . .	10,036	0,193	»	»
Docén bovedilla ó puente- cillo cuadrado en rollo. . . . .	4,632	0,386	0,256	0,193
Puente docén en rollo. . . . .	4,632	0,418	»	»
Puente catorcén en rollo. . . . .	5,404	0,449	»	»
Puente secén en rollo. . . . .	6,176	0,480	»	»
<i>Madera de hilo.</i>				
Docén bovedilla ó puente- cillo cuadrado. . . . .	4,632	»	0,256	0,256
Puente docén. . . . .	4,632	»	0,320	0,320
Puente catorcén. . . . .	5,404	»	0,320	0,320
Puente secén. . . . .	6,176	»	0,320	0,320
Aguilón ó puente. . . . .	7,720	»	0,448	0,289

NOMBRES DE LAS PIEZAS.	MEDIDAS MÉTRICAS.			
	LARGO.	DIÁMETRO	TABLA.	CANTO.
<i>Madera de sierra.</i>				
Cuairones docén. . . . .	4,632	»	0,096	0,064
Cuairones catorcén. . . . .	5,404	»	0,112	0,080
Cuairones secén. . . . .	6,176	»	0,128	0,096
Medios puentes ó dobles cuairones docén. . . . .	4,632	»	0,493	0,080
Medios puentes ó dobles cuairones catorcén. . . . .	5,404	»	0,224	0,096
Medios puentes ó dobles cuairones secén. . . . .	6,176	»	0,224	0,096
Tablones docén. . . . .	4,632	»	0,256	0,048
Tablones catorcén. . . . .	5,404	»	0,289	0,064
Tablones secén. . . . .	6,176	»	0,289	0,024
Tabloncillos docén. . . . .	4,632	»	0,448	0,024
Tabloncillos catorcén. . . . .	5,404	»	0,448	0,024
Tabloncillos secén. . . . .	6,176	»	0,448	0,032
Tabla nueve docén. . . . .	4,632	»	0,448	0,032
Tabla nueve catorcén. . . . .	5,404	»	0,448	0,032
Tabla nueve secén. . . . .	6,176	»	0,448	0,032
Tabla ocho docén. . . . .	4,632	»	0,256	0,032
Tabla ocho catorcén. . . . .	5,504	»	0,289	0,032
Tabla ocho secén. . . . .	6,176	»	0,320	0,032
Tabla siete docén. . . . .	4,632	»	0,240	0,024
Tabla siete catorcén. . . . .	5,404	»	0,272	0,024
Tabla siete secén. . . . .	6,176	»	0,304	0,024
Tableta docén. . . . .	4,632	»	0,493	0,024
Tableta catorcén. . . . .	5,404	»	0,493	0,024
Tableta secén. . . . .	6,176	»	0,224	0,024
Hoja docén. . . . .	4,632	»	0,160	0,016
Hoja catorcén. . . . .	5,404	»	0,160	0,016
Hoja secén. . . . .	6,176	»	0,493	0,016

TABLA 5.<sup>a</sup>

Marco Valenciano.

NOMBRES DE LAS PIEZAS.	MEDIDAS MÉTRICAS.			
	LARGO.	DIÁMETRO.	TABLA.	CANTO.
MADERA DEL TERRENO.				
Rebollones. . . . .	2,718	»	0,471	0,144
Idem. . . . .	3,624	»	0,471	0,144
Idem. . . . .	4,076	»	0,490	0,133
Idem. . . . .	4,530	»	0,490	0,133
Vigas. . . . .	4,076	»	0,452	0,095
Idem. . . . .	4,530	»	0,452	0,095
Idem. . . . .	5,436	»	0,471	0,133
Tablas. . . . .	2,038	»	0,490	0,040
Idem. . . . .	2,264	»	0,266	0,038
Idem. . . . .	2,718	»	0,285	0,057
Rollizos. . . . .	4,076	0,452	»	»
Idem. . . . .	4,530	0,471	»	»
Idem. . . . .	4,982	0,490	»	»
Idem. . . . .	5,436	0,209	»	»
Barrones. . . . .	2,038	»	0,452	0,057
Idem. . . . .	2,264	»	0,471	0,114
Tirantes. . . . .	3,470	»	0,471	0,144
Estacas. . . . .	3,470 á 5,436	0,085 á 0,452	»	»
Traviesas. . . . .	2,718	»	0,285	0,133
MADERA DE RIO.				
Tocho. . . . .	6,793	»	0,570	0,490
Mejoria. . . . .	6,793	»	0,490	0,418
Sisa. . . . .	6,793	»	0,418	0,361
Madero. . . . .	6,793	»	0,361	0,323
Cuaderno. . . . .	6,793	»	0,323	0,304
Siseno. . . . .	6,793	»	0,304	0,285
Cabrio. . . . .	6,793	»	0,285	0,266

NOMBRES DE LAS PIEZAS.	MEDIDAS MÉTRICAS.			
	LARGO.	DIÁMETRO.	TABLA.	CANTO.
MADERA DE RIO.				
Fila de á 10. . .	6,793	»	0,266	0,228
Idem de á 14. . .	6,793	»	0,228	0,209
Idem de á 18. . .	6,793	»	0,209	0,190
Idem de á 22. . .	6,793	»	0,190	0,170
Idem de á 26. . .	6,793	»	0,170	0,152
Idem de á 30. . .	6,793	»	0,152	0,133
Idem de á 36. . .	6,793	»	0,133	0,114
Idem de á 42. . .	6,793	»	0,114	0,095

TABLA 6.ª

Marco de Soria.

NOMBRES DE LAS PIEZAS.	MEDIDAS MÉTRICAS.		
	LARGO.	TABLA.	CANTO.
<i>Madera de hilo.</i>			
PINO.			
Media vara. . . . .	6,430 á 7,804	0,448	0,448
Tercia. . . . .	6,430 á 7,804	0,278	0,278
Cuarta y tercia. . . . .	6,430 á 7,804	0,278	0,209
Cuarta en cuadro. . . . .	6,430 á 7,804	0,209	0,209
Machón de marco. . . . .	5,045	0,462	0,446
Machón común. . . . .	5,045	0,416	0,069
Sesmado. . . . .	4,458	0,416	0,069
Ochavero. . . . .	5,045	0,092	0,069
Vigueta. . . . .	2,507	0,416	0,069
Catorzal. . . . .	3,900	0,209	
		circunferencia.	
<i>Madera de sierra.</i>			
PINO.			
Alfargía. . . . .	2,507	0,446	0,058
Tabloncillo. . . . .	2,507	0,304 á 0,348	0,034
Tabla de sierra. . . . .	2,507	0,325	0,029
Portaleja. . . . .	4,950	0,278	0,023
Tableta. . . . .	4,950	0,232	0,019
Hoja. . . . .	4,950	0,485	0,044
Chilla ó ripia. . . . .	4,671	0,416	0,044
Terciadillos. . . . .	2,507 á 3,065	0,404 á 446	0,104 á 446
HAYA.			
Tablones. . . . .	4,950 á 2,507	0,485 á 0,232	0,069
ROBLE.			
Tablones. . . . .	4,393 á 4,950	0,485 á 0,208	0,058

:

TABLA 7.<sup>a</sup>

Marco de Molina y Cifuentes (1).

NOMBRES DE LAS PIEZAS.	MEDIDAS MÉTRICAS.		
	LARGO.	TABLA.	CANTO.
<i>Madera de hilo.</i> PINO.			
Media vara. . . . .	6,965 á 8,358	0,417	0,348
Pie y cuarto. . . . .	6,965 á 8,358	0,348	0,278
Tercia. . . . .	6,965 á 8,358	0,278	0,208
Sesma. . . . .	6,965 á 8,358	0,208	0,156
Vigueta. . . . .	6,130	0,208	0,156
Media vigueta. . . . .	3,344	0,208	0,156
Doblero de 18. . . . .	5,015	0,174	0,139
Doblero de 16. . . . .	4,469	0,156	0,120
Doblero de 14. . . . .	3,891	0,120	0,104
Cuartón. . . . .	2,507	0,156	0,120

(1) Guadalajara.

TABLA 8.ª

Marco de Atienza, Brihuega, Sigüenza,  
Sacedón y parte de Cifuentes.

NOMBRES DE LAS PIEZAS.	MEDIDAS MÉTRICAS.		
	LARGO.	TABLA.	CANTO.
<i>Madera de hilo.</i> PINO.			
Media vara . . . . .	6,130 á 8,358	0,417	0,278
Pie y cuarto. . . . .	6,130 á 8,358	0,348	0,278
Tercia. . . . .	6,130 á 8,358	0,278	0,208
Cuarta. . . . .	6,130 á 8,358	0,208	0,208
Sesma. . . . .	6,968 á 8,358	0,208	0,139
Vigueta. . . . .	6,130	0,191	0,139
Media vigueta. . . . .	3,344	0,191	0,139
Doblero de 48. . . . .	5,045	0,174	0,139
Doblero de 46 . . . . .	4,469	0,139	0,104
Doblero de 44. . . . .	3,891	0,120	0,086
Cuartón ó lata. . . . .	2,507	0,104	0,069

TABLA 9.\*

Marco de Tortosa.

NOMBRES DE LAS PIEZAS.	MEDIDAS MÉTRICAS.			
	LARGO.	DIÁMETRO	TABLA.	CANTO.
<i>Madera en rollo.</i>				
Penóns de sixantacuatra.	42,44	0,24	»	»
Idem de sixanta. . . . .	41,67	0,24	»	»
Idem de cincantavuit. . . . .	41,27	0,24	»	»
Idem de cincantacuatra	40,49	0,22	»	»
Antenas de sixanta. . . . .	44,67	0,49	»	»
Idem de cincuenta. . . . .	9,72	0,45	»	»
Idem de cuárantacuatra.	8,55	0,45	»	»
Idem de cuaranta. . . . .	7,78	0,09	»	»
Entenolas. . . . .	variable.	0,49	»	»
Redóns de trenta. . . . .	5,83	0,45	»	»
Idem de vinticuatra. . . . .	4,66	0,45	»	»
Idem de vint. . . . .	3,89	0,45	»	»
Arbres de Cénia. . . . .	3,41	0,39	»	»
Crúes de Cénia. . . . .	3,41	0,45	»	»
<i>Madera de hilo.</i>				
GRANDES PIEZAS.				
Cuixéras. . . . .	5,83	»	0,49	0,39
Cuixóts ó banchs. . . . .	3,89	»	0,57	0,49
Portelles de setanta. . . . .	43,61	»	0,39	0,39
Idem de sixanta. . . . .	44,67	»	0,29	0,29
Dobles de sixanta. . . . .	44,67	»	0,39	0,29
Idem de cuaranta. . . . .	7,78	»	0,29	0,24
Idem de trentasis. . . . .	7,00	»	0,29	0,24
Idem de trentadós. . . . .	6,22	»	0,29	0,24
Vinticuatréns. . . . .	4,66	»	0,39	0,29
Dobleréts. . . . .	3,89	»	0,29	0,24
Mitjos vinticuatréns. . . . .	2,33	»	0,39	0,24



NOMBRES DE LAS PIEZAS.	MEDIDAS MÉTRICAS.			
	LARGO.	DIÁMETRO	TABLA.	CANTO.
<i>Madera de hilo.</i>				
MADERAJE.				
Filas de treinta. . . . .	5,83	»	0,29	0,24
Idem amples. . . . .	4,66	»	0,29	0,19
Mitjas filas. . . . .	2,33	»	0,29	0,19
Fustos de cuarenta. . . .	7,78	»	0,24	0,19
Idem de trentadós. . . . .	6,22	»	0,24	0,19
Fustéts de vinticuatra. . .	4,66	»	0,24	0,19
Idem de vint. . . . .	3,89	»	0,24	0,19
Mitjos Fustéts. . . . .	2,33	»	0,24	0,19
Filetas de cuarenta. . . .	7,78	»	0,19	0,19
Idem de trentadós. . . . .	6,22	»	0,19	0,15
Cairáts. . . . .	4,66	»	0,19	0,15
Filetas de vint. . . . .	3,89	»	0,19	0,15
Mitjos cairáts. . . . .	2,33	»	0,19	0,15
Filetóns de vinticuatra. . .	4,66	»	0,15	0,15
Idem de vint. . . . .	3,89	»	0,15	0,15
Mitjos Filetóns de vinti- cuatra. . . . .	2,33	»	0,15	0,15
Idem id. de vint. . . . .	1,94	»	0,15	0,15
<i>Madera de sierra.</i>				
Traveseras. . . . .	2,72	»	0,29	0,15
Taulóns de nagrera. . . .	4,66	»	0,29	0,19
Idem de botiga. . . . .	4,66	»	0,24	0,07
Carradets. . . . .	4,66	»	0,19	0,09
Cuadróns de mitjpam. . . .	4,66	»	0,29	0,09
Idem de quart y mitij. . . .	4,66	»	0,07	0,07
Pots. . . . .	4,66	»	0,19	0,05
Llatas. . . . .	4,66	»	0,29	0,05

TABLA 10.

Marco de Teruel.

NOMBRES DE LAS PIEZAS.	MEDIDAS MÉTRICAS.		
	LARGO.	TABLA.	CANTO.
<i>Madera de hilo.</i>			
Tirantes. . . . .	4 á 8	0,16	0,14
Cuadrados. . . . .	5 á 8	0,16	0,16
Cuadrados de fila. . . . .	5 á 8	0,20	0,16
Puentes. . . . .	6 á 8	0,25	0,25
Puentes. . . . .	6 á 8	0,28	0,25
<i>Madera de sierra.</i>			
Coto. . . . .	2,80	0,30	0,05.
Coto doble. . . . .	2,80	0,30	0,14
Carpintería. . . . .	2,70	0,25	0,035
Tabla común. . . . .	2,10	0,25	0,035
Jambía. . . . .	2,80	0,20	0,05
Jambía doble. . . . .	2,80	0,25	0,14
Cuartón. . . . .	3,00	0,20	0,15
Terciado. . . . .	3,00	0,44	0,06
Terciadillo. . . . .	3,00	0,09	0,055

# ÍNDICE.

## PRIMERA PARTE.

### Corte de Piedras.

#### LECCIÓN 1.<sup>a</sup>

##### CONSIDERACIONES GENERALES, MUROS Y ÁNGULOS.

Párrafos.		Páginas.
1	Definición y consideraciones generales. . . . .	9
3	Muros. . . . .	10
6	Muro recto. . . . .	12
7	Carretales. . . . .	13
8	Corte de un sillar. . . . .	13
10	Muro aviajado. . . . .	16
12	Muro en talud. . . . .	16
15	Muro en rampa. . . . .	18
17	Ángulos. . . . .	19
19	Noticias sobre las herramientas. . . . .	19
LECCIÓN 2. <sup>a</sup>		
DINTELES Y ARCOS.		
20	Vanos. . . . .	21
22	Dinteles y sus aparejos. . . . .	22
25	Aplicación. Aparejo de un dintel y magnitudes de las caras de sus dovelas. . . . .	25
26	Corte de una dovela. . . . .	26
27	Arcos: su clasificación. . . . .	27
28	Forma del trasdós de un arco. . . . .	29
30	Aplicación. Aparejo de un arco y magnitudes de las caras de sus dovelas. . . . .	30
31	Corte de una dovela. . . . .	31
32	Apoyos. . . . .	33

Párrafos.		Páginas.
<b>LECCIÓN 3.<sup>a</sup></b>		
<b>CAÑÓN SEGUIDO.</b>		
—		
33	Definición.. . . . .	35
34	Aparejo. . . . .	36
35	Aplicación. Aparejo de un cañón seguido en un muro en talud. . . . .	36
36	Magnitudes de las caras de las dovelas. . . . .	38
37	Corte de las dovelas. . . . .	38
42	Otra aplicación. Aparejo de un cañón en un muro aviajado en talud. . . . .	41
43	Magnitudes de las caras de las dovelas. . . . .	42
45	Corte de las dovelas. . . . .	43
47	Lunetos cilindricos y su aparejo. . . . .	44
48	Magnitudes de las caras de las dovelas. . . . .	45
49	Corte de las dovelas. . . . .	46
52	Cañonera. . . . .	47
 <b>LECCIÓN 4.<sup>a</sup></b>  		
<b>BAJADA.</b>		
—		
54	Definición.. . . . .	49
55	Aplicación. Aparejo de una bajada que penetra en un cañón seguido. . . . .	49
56	Magnitudes de las dovelas.. . . . .	51
57	Corte de las dovelas. . . . .	52
60	Modificación del aparejo anterior. . . . .	54
61	Aparejo perfeccionado. . . . .	55
 <b>LECCIÓN 5.<sup>a</sup></b>  		
<b>BÓVEDA ESFÉRICA.</b>		
—		
63	Definición.. . . . .	57
65	Aparejo. . . . .	58
66	Aplicación.. . . . .	59
67	Magnitudes de las dovelas. . . . .	60
69	Corte de las dovelas. . . . .	61
72	Vanos. . . . .	64

## SEGUNDA PARTE.

### Corte de Maderas.

#### LECCIÓN 1.<sup>a</sup>

CONSIDERACIONES GENERALES. ENSAMBLES. TRAZADO Y LABRA  
DE LAS ENSAMBLADURAS. HERRAJES.

Párrafos.		Páginas.
73	Consideraciones generales. . . . .	67
77	Manera de linear y contralinear las piezas. . . . .	70
78	Ensamblajes y su clasificación. . . . .	71
79	Ensambladura á escopleadura y espiga, de ángulo, y de cruce. . . . .	72
80	Junta plana. . . . .	72
81	Simple espera. . . . .	73
82	Ensambladuras á escopleadura y espiga recta, de cuadrado, de sombrerete, á descanso, oblicua, y á cola de milano. . . . .	73
88	Ensambladuras de ángulo á media madera, de almohadón y doble almohadón, inglete, hebra, lazo, y lazo perdido. . . . .	76
94	Ensambladuras de cruce á tercio ó media madera, con esperas, y á cola de milano. . . . .	78
97	Empalmes á media madera con corte recto en las cabezas, y con corte falso; de horquilla; á media madera con cabeza quebrada y corte falso, y á rayo de Júpiter. . . . .	79
98	Empalmes de tenaza, de escopleadura y espiga, de cruz invertida, y de cuadrante á media madera; de corte falso con llave, con falsa espiga, y con espigas. . . . .	80
99	Ensambladuras para unir piezas cuyos ejes sean pa- raletos. Lengüeta simple, falsa, y á cola de mila- no. Clavija, falsa espiga, simple cola de milano con llave, y llave. Junta plana, corte falso, ranura y lengüeta, grano de cebada, y junta cubierta. . . . .	80
100	Cepos. . . . .	81
101	Uniones de piezas curvas. . . . .	82
102	Manera de presentar las piezas y puntear los ensamblajes. . . . .	82
104	Trazado y labra de las ensambladuras. . . . .	83
107	Herrajes. . . . .	86
108	Clavos. . . . .	86

Párrafos.		Páginas.
109	Grapones.. . . . .	86
110	Tornillos.. . . . .	87
111	Pernos.. . . . .	87
112	Cinchos.. . . . .	88
113	Llantas.. . . . .	88
114	Escuadras.. . . . .	89
115	Estribos.. . . . .	89
 LECCIÓN 2. <sup>a</sup>  		
ENTRAMADOS VERTICALES Y HORIZONTALES.		
—		
116	Entramados verticales.. . . . .	91
117	Entramados de fachada.. . . . .	92
119	Entramados de tabicones.. . . . .	94
120	Entramados de tabiques.. . . . .	95
121	Muros de rollos.. . . . .	96
122	Empleo del hierro en los entramados verticales.. . . . .	96
123	Entramados horizontales.. . . . .	97
128	Empleo del hierro en los entramados horizontales.. . . . .	100
129	Pavimentos.. . . . .	101
132	Techos.. . . . .	103
 LECCIÓN 3. <sup>a</sup>  		
ARMADURAS.		
—		
138	Consideraciones generales.. . . . .	105
139	Cubiertas.. . . . .	106
140	Pendiente de las cubiertas.. . . . .	107
141	Armadura de una vertiente.. . . . .	108
142	Armaduras de dos vertientes.. . . . .	109
146	Faldones.. . . . .	112
148	Nudos.. . . . .	114
149	Aleros.. . . . .	114
150	Vanos.. . . . .	115
151	Monteas.. . . . .	115
152	Empleo del hierro en las armaduras.. . . . .	116
 LECCIÓN 4. <sup>a</sup>  		
ESCALERAS.		
—		
154	Consideraciones.. . . . .	117
158	Escalera circular con alma.. . . . .	120
160	Escalera de ida y vuelta.. . . . .	123

Párrafos.		Páginas.
163	Escaleras cuadrangulares. . . . .	125
164	Escaleras geométricas. . . . .	126
165	Escalera de abanico y zanca continua. . . . .	127
173	Escaleras suspendidas. . . . .	132
174	Empleo del hierro en las escaleras. . . . .	132
LECCIÓN 5. <sup>a</sup>		
ANDAMIOS Y CIMBRAS.		
—		
175	Andamios. . . . .	135
177	Andamios fijos. . . . .	136
178	Andamios suspendidos. . . . .	137
179	Andamios volantes, móviles y giratorios. . . . .	137
180	Cimbras. . . . .	138
184	Descimbramiento. . . . .	139
LECCIÓN 6. <sup>a</sup>		
APLICACIONES AL MATERIAL DE ARTILLERÍA		
—		
185	Maderas. . . . .	143
187	Cajones de empaque. . . . .	145
189	Gualderas. . . . .	148
191	Ruedas. . . . .	149
194	Marcos esplanadas. . . . .	151
195	Cabrestante. . . . .	152
MARCOS.		
—		
Tablas.		
1	Marco de los Reales Pinares de Valsain . . . . .	155
2	Marco Castellano (Cuenca). . . . .	156
3	Marco de Guadarrama. . . . .	157
4	Marco de Zaragoza. . . . .	159
5	Marco Valenciano. . . . .	161
6	Marco de Soria. . . . .	163
7	Marco de Molina y Cifuentes (Guadalajara). . . . .	164
8	Marco de Atienza, Brihuega, Sigüenza, Sacedón y parte de Cifuentes. . . . .	165
9	Marco de Tortosa. . . . .	166
10	Marco de Teruel. . . . .	168

2 Tour.

60 €.







**G40124**

GEOMETRIVA  
KRIJA  
DESK  
PTIVA  
R