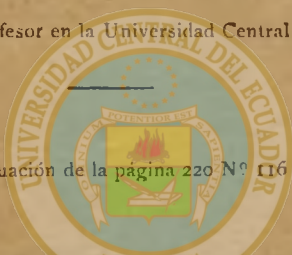


# LECCIONES de ARQUITECTURA

POR

LINO MARIA FLOR

Ingeniero civil, Profesor en la Universidad Central del Ecuador



Continuación de la página 220 N° 116

264.—Ejemplos. 1º Siendo  $h=5,00$  y la densidad del ladrillo bien cocido igual 2 000, según la fórmula (12),

DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

$$\text{es: } e = \sqrt{\frac{80,5}{2\ 000}} = 0^m,44;$$

y para  $h=10^m,00$ ,

$$e = \sqrt{\frac{80,10}{2\ 000}} = 0^m,63, \text{ próximamente.}$$

2º Con los mismos datos anteriores, aplicando la fórmula (13), se tiene para  $h=5^m,00$

$$e = \sqrt{\frac{240,5}{2\ 000}} = 0^m,77;$$

y para  $h=10^m,00$ ,

$$e = \sqrt{\frac{240 \cdot 10}{2 \cdot 000}} = 1^m,09, \text{ próximamente,}$$

Como se observa, estos valores son mayores que las cantidades anteriores, diferencias que resultan por la variación del punto en que cae la resultante de las presiones. Nas cuando sea  $x=0$ , y  $x=h$ , los valores del coeficiente de seguridad deben ser cuatro veces más que los de T y T' para que haya estabilidad en unos casos; pero en ótros resultan negativos sin ninguna aplicación práctica.

3º Calcúlese el espesor de un muro de mármol estatuario, cuya densidad es 2 700; para los casos de  $h=5^m00$  y  $h=10^m00$ .

$$e = \sqrt{\frac{80 \cdot 5}{2 \cdot 700}} = 0^m,38 \text{ centímetros;}$$

$$y, e = \sqrt{\frac{80 \cdot 10}{2 \cdot 700}} = 0^m,54 \text{ centímetros.}$$

ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

## DENSIDAD DE LOS MATERIALES

## DENSIDAD

Alabastro. . . . .	2 700
Alumbre. . . . .	1 700
Ambar. . . . .	1 070
Arcilla. . . . .	1 900
„ con cascajo. . . . .	2 400
Arena gruesa. . . . .	1 800
„ siliciosa. . . . .	1 700
„ seca. . . . .	1 500
„ húmeda. . . . .	1 400
Asfalto. . . . .	2 200
Azufre. . . . .	2 030
Barro. . . . .	1 600
Basalto. . . . .	2 900
Barroqueña (granito). . . . .	2 800

DENSIDAD DE LOS MATERIALES	DENSIDAD
Beton.....	2 300
Cal en piedra.....	2 450
Cal apagada.....	2 800
Cal hidráulica.....	2 700
Carbón de piedra.....	1 300
Carbón de coque.....	1 000
Carbón antracito.....	1 400
Carbón fósil.....	1 200
Carbón resinoso.....	1 230
Cascajo ó gijarro.....	1 750
Cascajo húmedo.....	1 950
Cascajo seco.....	1 450
Cemento de Portlad.....	1 300
„ romano.....	1 560
Cristal de roca.....	2 730
Cuarzos.....	2 660
Escorea volcánica.....	830
Esmalte.....	2 440
Esmeril.....	4 000
Espato calcáreo.....	2 730
Espato de Fluor.....	3 400
Estalactito.....	2 400
Feldespato.....	2 600
Fósforo.....	1 700
Gneiss.....	270
Grafito.....	2 100
Granito.....	2 800
„ folicular.....	2 550
Greda ó tiza.....	2 780
Hormigón ó concrete con cemento.....	2 200
„ con mezcla de cal.....	2 000
Hornblenda.....	3 500
Iman.....	5 000
Ladrillos bien cocidos.....	2 000
Ladrillos vitrificados.....	2 100
Ladrillos prensados.....	2 400
Ladrillos duros.....	1 500
Ladrillos blandos.....	1 300
Ladrillos refractarios.....	2 200



AREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN INTEGRAL

DENSIDAD DE LOS MATERIALES	DENSIDAD
Lapiz.....	2 100
Lava.....	2 800
Lías.....	1 350
Magnesia (carbonato).....	2 400
Mampostería de ladrillo con cemento.....	2 020
„ con mezcla de cal.....	1 800
„ con piedra de cal.....	2 600
„ con piedra arenosa.....	2 160
„ con granito.....	2 640
Marga dura.....	2 340
„ blanda.....	1 750
Mármol estatuario.....	2 700
Mármol negro.....	2 720
„ de Carrara.....	2 710
„ de Egipto.....	2 668
Mica.....	2 800
Mezcla ó mortero.....	1 700
Nitro.....	1 900
Oxido de plomo.....	8 940
Pedernal.....	2 500
Piedra arenoso.....	2 200
Piedra aspera.....	1 900
„ de cal blanca.....	3 150
„ de cal verde.....	3 180
Piedra cuarzo.....	2 660
Pómez.....	910
Pizarra.....	2 700
„ azul.....	2 780
„ de afilar.....	2 700
„ de cuchillería.....	2 870
Piedra de molinos.....	2 480
Pórfido.....	2 760
Porcelana.....	2 360
Sal blanca.....	2 150
Salitre.....	2 090
Serpentina.....	2 550
Tierra arcillosa seca.....	1 550
„ „ húmeda.....	1 950
„ arenosa húmeda.....	2 050



DENSIDAD DE LOS MATERIALES	DENSIDAD
Tierra árida, seca.....	1 300
„ barrosa.....	2 100
„ con cascajo.....	2 220
„ vegetal húmeda.....	1 400
„ pisonada.....	1 600
Talco.....	2 730
Turba suelta.....	278
Tierra turba compacta.....	600
Vidrio.....	2 890
„ crown.....	2 480
„ flint.....	3 200
„ óptico.....	3 450
„ para ventanas.....	2 640
„ „ espejos.....	2 460
„ verde.....	2 640
Yeso.....	2 200

265.—Reglas prácticas para obras de albañilería. 1.<sup>a</sup>—Al emplear piedras duras en formas paralelepípedas, en trozos grandes, trabajo esmerado y bases muy planas, basta aumentar como coeficiente de seguridad, ó como S, la décima parte á los valores que resulten por medio de las fórmulas anteriores.

2.<sup>a</sup>—Cuando se usa piedras blandas, pero con las mismas condiciones anteriores, se pondrá para S un quinto de los mismos valores.

3.<sup>a</sup>—En viaductos, puentes y cualesquiera obras importantes, eligiendo buen material y bajo todas las condiciones anteriores, se dará á S el valor de 10 kgs. por centímetro cuadrado.

4.<sup>a</sup>—Para mamposterías ordinarias de piedra ó ladrillo, siendo de buen material, se tomará para  $S=5$  kgs., por centímetro cuadrado.

5.<sup>a</sup>—Como las mezclas ó morteros aumentan de resistencia con los años, hasta los quince un octavo; el valor de S se puede poner hasta un décimo.

6.<sup>a</sup>—Como el estuco desmejora con los años, aunque al principio su adherencia á los materiales es un tercio mayor que los morteros, á los diez años, la adheren-

cia no alcanza á la tercera parte de los morteros; y esto, siempre que los estucos se encuentren bajo cubierta; de donde se deduce que los estucos no deben ponerse á la intemperie.

266.—*Construcción de muros de piedra.*—En las construcciones de piedra hallamos la mejor defensa contra los inconvenientes de la atmósfera, el frío, hielo, calor, humedad etc., etc.; puesto que es el material de mayor solidez, resistencia y duración, que son las condiciones indispensables para construcciones monumentales. A las obras de piedra se debe principalmente la historia de la Arquitectura; porque ellas son los testigos de su cultivo en los siglos pasados, para los presentes y futuros.

Se verifican comunmente estas construcciones colocando las piedras más ó menos labradas en hiladas horizontales ó encadenándolas ó trabándolos convenientemente, de manera que la resistencia que opongan estos materiales sea la mayor posible para que no se deformen ó rompan.

Las piedras de ríos y las que están esparcidas en los terrenos, sino hubiesen otras, rompiéndolas se colocan de cualquier modo en los muros; pero las que se hallan en las canteras formadas por capas, se las deben colocar así como se las encuentran en el lugar de su yacimiento, esto es: cualquier eje horizontal de la piedra, debe conservar en la construcción una posición también horizontal; pues la experiencia ha demostrado que en esta situación tiene más solidez que en otra; porque la naturaleza la ha formado de tal manera, que resista á grandes pesos en este sentido más que en otro.

Además de los nombres que toman las piedras según su naturaleza y lugares de donde se extraen, toman otros ya del sitio que ocupan en los edificios ya de la forma particular que le da el cantero. Así decimos: *canotos* las piedras toscas é irregulares de ríos y las que se encuentran esparcidas en los terrenos; *carretales* las que se sacan de las canteras más ó menos rectangulares é imperfectas; *sillares* las cortadas y labradas por cantero; *sillarejos* á las sillares de menores dimensiones; y *rostrillos* á las poco labradas y de menores dimensiones.

El pedruzco sujeto á cierta medida y forma, se llama *muestra* ó *formero*, y *pedra de grande* ó *pequeño aparato*, la que tiene mayor ó menor altura; *pedra cortada* la que está aserrada aunque no tenga todavía la forma necesaria; *pedra fija*, la que está en su sitio unida con juntas de mortero; *pedra esculpida*, la labrada de talla ó grabada de adornos; *pedra perpiaño*, la que ocupa todo el espesor de una pared y es de doble paramento; *pedra saliente*, es la que tiene parte de ella fuera del paramento del muro ó pared; y finalmente, *pedras perdidas* las que se arrojan en los ríos, lagos etc., para construir alguna obra sobre ellas. Las piedras tales como salen de la cantera sea cualquiera su irregularidad se llaman *mampostes*, y las obras trabajadas con éstos, *mamposterías*.

267.—*Mampostería ordinaria*.—Esta se divide en *mampostería en seco* ó *enjuta* y *mampostería tosca con mezcla*. La primera es un apilado de piedras irregulares más ó menos aplanadas, en tal conformidad, que resulten los paramentos del muro tan verticales como sea posible y cada una de las hiladas lo más horizontales. Al ejecutar este trabajo se colocará de distancia en distancia *cabezones* ó *perpiaños* para impedir la división del muro y además las piedras deben estar á *juntas encontradas*. Al verificarse esta operación se debe tener presente que para los paramentos se escogen las piedras que tengan la superficie más llana y lisa, á la que se da la poseción que debe tener por medio de una cuerda ó *tendel*, que marca la dirección del muro que se construye, mientras que en otro sentido se busca la posición vertical por medio de la *plomada* ó de una regla de madera. Después de asentar los *mampostes* de una hilada se rellenan los intersticios de toda ella con fragmentos del mismo material que se introducen á martillo. Esta clase de muros son los menos consistentes, por cuanto no es posible la estrechez y unión de las juntas de piedras de varias dimensiones y formas.

*Mampostería tosca con mezcla*. Estos muros son ya de algún costo, por lo cual se debe atender que la forma esférica de las piedras ó las sin esquinas ó aristas y con ninguna cara plana como los cantos, son los me-

nos favorables; porque no es posible conseguir en los muros una trabazón regular y tampoco se logra establecer hiladas perfectamente horizontales ó derechas. Para aplicar estas piedras se las rompen á martillo ó con pólvara; porque de este modo se obtiene fragmentos con esquinas, aristas y superficies más ó menos planas, con las que se puede conseguir siquiera una trabazón á juntas encontradas. En las esquinas de la obra se colocan piedras más grandes y regulares, sentándolas de *asta* y *soga* alternativamente úna sobre ótra, cuidando que los lechos sean perfectamente planos, para que se sienten bien las hiladas siguientes, con piedras perfeccionadas por el *pico*. Conviene antes de principiar el muro una prudente elección de las piedras para establecer una trabazón algo uniforme, cuidando de que los intersticios entre ellas sean los menos posibles, los cuales no se rellenan sólo con mezcla, sino también de ripio bien acunado, para que el macizo resulte sin huecos. Se procura colocar el mayor número de perpiaños; y si esto no es posible, por falta de piedras á propósito se ponen *cadenas transversales*, que son varias hiladas de ladrillos sentados de *asta* y á juntas encontradas, trabando de esta manera los paramentos del muro, cuyas *cadenas* se llaman propiamente *verdugos*.

Según sea la calidad de la obra se extenderá, por lo menos en distancias verticales de 1 á 2 metros, capas de mampostería perfectamente horizontales, empleando encima de cada capa piedras de tamaño menor, ripios y mezcla hasta allanar la superficie superior y formar un plano horizontal para poner la hilada siguiente, que empezará con piedras de iguales dimensiones. El establecimiento de lechos horizontales exige gran cantidad de piedras pequeñas ó ripios que es un inconveniente notable; pero esta construcción es preferible á toda ótra con esta clase de materiales; porque así como importa mucho asentar las piedras sobre una cama bien plana y horizontal; así mismo, es necesario que reposen las hiladas de mampostería superiores sobre superficies muy planas y perfectamente horizontales de las hiladas inferiores; pues de este modo, solamente, se consigue que to-



das las presiones sean verticales para evitar los empujes laterales, los pandeos y hundimientos, y por ende, las rajas verticales y oblicuas de los muros.

Cuando no hay el número suficiente de perpiños para trabar entre sí los dos paramentos de un muro, se le da mayor estabilidad por medio de *fajas ó cadenas horizontales* de piedra ó ladrillo, las que pueden componerse de tres á cuatro hiladas; cadenas que deben repetirse en distancias verticales de 1 á 2 metros. Estas cadenas son necesarias para la seguridad de la obra, especialmente cuando las piedras que se emplean son de dimensiones pequeñas, ó cuando se forman los paramentos del muro de sillares y al medio de ellos se ponen piedras irregulares con mortero; porque componiéndose, en este caso, el muro de tres partes, por la poca adhesión del mortero con las rocas se pueden separar estas tres partes, al no trabar con aquellas fajas horizontales el núcleo con los paramentos. En el caso de no encontrar piedras grandes para las esquinas, se levantan éstas de ladrillo, de modo que parezcan pilastras; lo que se consigue fácilmente por medio del engranaje recíproco entre la piedra irregular y el ladrillo de la esquina, como se ven en las figs. 149 y 150 Lam. XI.

Este engranaje se principia desde el interior del mazo á la mitad ó una asta dentro del paramento exterior para que el muro sea más seguro y vistoso. Las pilastras que crecen con la obra, se levantan también en varios puntos intermedios del muro, engranándolas interiormente con las piedras naturales por entrambos lados; los cuales toman el nombre de *cadenas verticales, machos, fajas verticales*; y con más propiedad *pilastras*, por estar como empotradas en el muro, con dos ó cinco centímetros fuera del paramento exterior ó de los entrepaños: construcción que se hace para mayor estabilidad y firmeza. En una obra compuesta de *pilastras, cadenas y fajas horizontales* de ladrillo ó sillares, la mampostería ordinaria, no es sino un relleno en los entrepaños, que son de menor resistencia; y por esto, las fajas verticales se levantan en los puntos, en los cuales se debe cargar más peso, como son donde se deben colocar pi-

lares, columnas, tirantes de armaduras etc., etc.

La solidez de mampostería ordinaria varía mucho; por cuya razón, se debe elegir el mejor mortero y manipular tanto cuanto sea necesario para su completa incorporación, especialmente si las piedras son de mala calidad y de pequeñas dimensiones.

En los primeros tiempos del auge de Grecia, llamado el período heroico, se construían los muros ciclópeos que se componían de enormes *carretales* de piedra muy ligeramente labradas en combinación con piedras poligonales, rectangulares, paralelepipedas etc., cuyas juntas en vez de ser verticales, tenían diferentes inclinaciones. A los pelasgos se atribuyen las obras de esta clase, quienes adoptaban tales disposiciones, no por ignorancia, sino porque elegían piedras de extraordinaria dureza; lo cual se confirma con la existencia de otras obras hechas de piedra blanda, que formaban muros regularmente dispuestos con juntas verticales y lechos horizontales.

268.—El *Opus insertum* de los romanos, difiere en muy poco de los muros ciclópeos de los griegos: se componen de piedras irregulares sin labrar en los paramentos y un relleno de piedras pequeñas con mortero en la parte media del muro; y las esquinas, aristas y encuentros de muros, son de sillería ó de ladrillos. Como se observa, es una variedad del *emplecton* griego, que consiste en dos muros paralelos enlazados por cadenas trasversales, cuyos espacios se rellenan de piedras irregulares y hormigón.

269.—Mampostería de piedras poco labradas.—De las canteras se sacan piedras con una forma prismática más ó menos irregular y de igual grueso, en grande cantidad y por lo menos de dos caras bastante planas y paralelas que deben servir de lechos; y que por lo común, pueden labrarse sin dificultad con pico y martillo, para quitar las irregularidades grandes y darles la debida forma, aun que siempre de un modo tosco. Con este material se puede hacer que el muro suba á hiladas horizontales, aun que no sean todas de igual altura, sin que coincidan las *lagas* ó *juntas verticales* de las hiladas consecutivas.

En este caso tampoco faltarán las piedras de mayores dimensiones y regularidad para las esquinas, las que se asientan de modo que su longitud sea paralela una vez á la longitud de uno de los muros y ótra á la del ótro. En las hiladas concecutivas se puede verificar un cambio en la posición de las piedras, colocándolas alternativamente de saga y asta, pero nunca se conseguirá la regularidad que se tiene en los muros de ladrillo.

A distancias verticales de 60 á 90 centímetros, los lechos horizontales se enrasan perfectamente y en estas alturas se colocan y traban los paramentos de los sillares con llaves ó perpiaños, que guarden una distancia horizontal de 1<sup>m</sup>. 50, á 1<sup>m</sup>. 90, distribuyéndolos de manera que cada perpiaño de la hilada superior corresponda al centro de dos perpiaños de la hilada inferior, fig. 151 Lam. XI. En la práctica los albañiles levantan, al sentar las piedras, algún tanto por la parte posterior ó de atrás, y la dejan en equilibrio sobre cuñas ó calzas de madera ó piedra, hasta que su paramento coincida con el del muro, práctica que se la debe desechar como perjudicial; porque como se dijo, á la piedra se la debe dar su *lecho natural*, esto es: se la sentará en la misma posición que tuvo en la cantera, de modo que un eje horizontal retenga la misma posición que tuvo; pues el olvido de esta regla importante ha sido causa para la destrucción de muchas obras que al parecer tenían la mayor firmeza. En este caso, es mejor adelantar ó sacar un poco la piedra y cortar lo que fuese necesario para que se iguale ó enrase ó quede en el mismo plano del paramento; aunque esto no es preciso, si se ha tenido el debido cuidado de labrar y dejar horizontales la cara de la piedra y lecho de las hiladas inferiores, sobre el cual se debe asentar la piedra más ó menos regular. *Con este modo de operar*, la obra se presenta á la vista muy agradable, se ejecuta con los pocos instrumentos indicados anteriormente y es más durable y resistente; por que siendo las piedras iguales en el grueso, se presume que lo serán también en resistencia; y por lo mismo, ninguna de ellas está expuesta á romperse ó deformarse más que ótra.

Todo muro de altura considerable experimenta algún movimiento de descenso ó hundimiento que se atribuye á deformaciones de los materiales, á que la mezcla fresca cede al gran peso que gravita sobre ella y á los intersticios que un mal albañil deja entre los cimientos y muros; siendo en consecuencia, el descenso mayor ó menor en proporción á la cantidad de mezcla, al número de juntas de que consta el muro y á los huecos que han quedado en él. De donde se ve que un muro de estas condiciones nunca es tan bueno como ótro, formado de piedras iguales, que atraviesen todo el espesor del muro con las juntas verticales y en todas direcciones; y que dichas juntas verticales compongan un número igual en cada hilada, siendo tan íntimas, que no admitan poner mezcla sino la cantidad puramente necesaria para unir las piedras.

270.—Muros de piedras bien labradas: Sillería.—Las piedras que se destinan para esta clase de muros, tienen la forma prismática regular, se labran con exactitud y la superficie de los sillares que debe quedar visible en el paramento, se llama *cabeza ó frente*; á las dos superficies horizontales se dicen *lechos, inferior y superior*; y á las dos laterales *superficies de juntas*. Las sillares se labran con mucha exactitud formando aristas vivas; los lechos y juntas verticales haciéndo planos perfectos aunque queden asperos, pero los *frentes*, se pulimentan primorosamente: todo esto se ejecuta valiéndose de la *escuadra* y *plantillus* que las da el arquitecto y que el cantero nunca debe dejarlas. Es preferible que todas las superficies de los sillares, que deben quedar invisibles en los muros sean ásperas; porque de este modo aumenta la cohesión entre las piedras y el mortero.

Los muros de piedra labrada se dividen, en muros de *sillería perfecta*, que son los que tienen sus sillares pulidas y talladas en toda su extensión; y en *sillería imperfecta*, los muros que constan de mampostería de piedra poco labrada ó de ladrillo y sólo revistidos los paramentos exteriores y algunas veces aun los interiores.

El método de trabar ó unir las sillares, tiene las mismas reglas que las de los muros de ladrillo, con sólo

algunas pequeñas diferencias provenientes de la desigualdad de las dimensiones; por cuanto es demaciado costoso dar á las sillares unas mismas formas y magnitudes. Por esto mismo hay piedras sillares de *asta* distintas de las de *soga*, diferencia que resulta por la forma propia que se debe dar á las piedras de *asta* y á las de *soga*. Las formas más convenientes para las piedras de *soga* debe ser cuando están relacionadas la altura, latitud y longitud entre sí, como los números 1: 2: 3; ó también como 1: 1: 2. En las piedras de *asta* son respectivamente las dimensiones como los números 1: 1: 3; ó mejor como 1: 1: 4. Para mayor facilidad se debe asignar á la altura de las piedras el número 1, con lo que será posible encontrar la cantidad suficiente para una obra. En la práctica varía mucho las anchuras y longitudes de las piedras de *soga* con las de *asta*, aun cuando el muro sea de sillería perfecta; pero en esta clase de obras debe ser invariable la longitud ó la *asta*, porque estas han de servir de *perpeños* que unan ó traben los dos paramentos del muro. Como las hiladas han de extenderse por capas exactamente horizontales, es necesario que todas las piedras de una misma hilada tengan una altura común, que puede variar en cada una de las hiladas consecutivas; de modo que en una sillería perfecta la longitud de las piedras de *asta* es la única invariable. La solidez que hace tan apreciable una obra de sillería, es producida principalmente por el peso absoluto ó específico de cada una de las piedras y el de toda la obra; el mortero sirve para preservar de la humedad al paramento interior del muro y en algo para unir entre sí las piedras, llenando completamente los claros y desigualdades que siempre resultan en las juntas. Un muro de ladrillo es como una sola pieza; porque los ladrillos se pegan bien entre sí con el mortero que entra en sus poros y los une perfectamente; al contrario, en un muro de sillares depende la estabilidad y solidez de la presión y roce verificados en los lechos, que es mucho mayor que la coherencia del mortero,

Los antiguos usaban una disposición de juntas que los modernos no la han adoptado, pero Vitrubio al ha-

blar de ella dice: que presenta la más hermosa y bella apariencia el *opus reticulatum* de los romanos, que consta de piedras cuadradas y uniformes en sus frentes, cuyas juntas en vez de ser horizontales y verticales, están inclinadas y forman angulos de  $45^{\circ}$  con el horizonte. Por la parte opuesta al paramento, la figura de cada piedra es de una pirámide, cuya cúspide queda embebida en el espesor del muro y como sumergida en el relleno de mortero y piedras pequeñas.

Así los antiguos como los modernos, con el objeto de dar mayor estabilidad y seguridad á los muros de sillería han usado ligazones ó enlaces de madera, metal y aun de la misma piedra para sujetar y mantener las piedras intimamente unidas unas á otras. Estas ligazones se llaman *tarugos, grapas, garfios ó lañas, pernos etc.* Para los sillares que no tienen un peso notable que sea suficiente para resistir á empujes laterales, como en el caso de estribos y pilares de puentes, es preciso unir las piedras entre sí por medio de tarugos ó pernos de hierro, que entren algunos centímetros en los lechos superior é inferior de las dos piedras contiguas, fig.<sup>a</sup> 152 Lám. XII. Empléanse también grapas en formas de cola de milano ó de pato, para unir entre sí las piedras de una misma hilada, especialmente, las que se colocan en las esquinas y entre las uniones de dos muros; en las hiladas superiores de los muros de parapetos y en los muros de *ala* de puentes; pues en éstos pueden alrojarse las piedras con facilidad. Se da á las grapas otras formas volteando sus extremos para introducirlos en las dos piedras contiguas, con lo que se consigue asegurarlas mejor y en el exterior de ellas aparece poco metal, figs. 153, 154 y 155, Lám. XII.

Si los muros están exentos de toda humedad, se hace uso de tarugos de madera en formas de cola de milano.

Para el caso de no poder evitar la humedad se puede hacer uso de tarugos de piedra dura en formas de prismas que tengan una sección cuadrada, cuyo lado sea de 15 á 16 centímetros y la longitud total del prisma de 30 á 32, introduciendo en cajas correspondientes, practicadas en los lechos inferior y superior de dos piedras

consecutivas, que se las une por medio de un cemento hidráulico, figs. 156 y 157. Lám. XII.

Las grapas, generalmente, de hierro se fijan en las piedras con yeso, asufre, asfalto y plomo, de los que: el yeso no se aplica sino en parajes muy secos; el asufre deteriora el hierro y sólo se emplea mezclando con polvo de vidrio, de porcela ó de piedra, mezcla que se la debe fundir repetidas veces para usarla; el asfalto preserva al hierro de la oxidación y se usa con ventaja, siempre que no tenga que resistir á fuerzas mayores; el plomo se emplea con más frecuencia, pero como disminuye de volúmen al enfriarse, es preciso acuñarle con martillo y cincl. Para aplicar el plomo se debe cuidar que las muescas ó huecos no estén húmedos ó con agua, para evitar el desarrollo de vapor, que arroja partículas del mismo plomo fundido hacia fuera, produciendo graves consecuencias que perjudican á los trabajadores.

Algunos arquitectos para establecer íntimas uniones entre los sillares, especialmente, en las esquinas han formado con las piedras un engranaje recíproco, dando un resalto de 3 á 6 centímetros á una serie de dientes que quedan visibles por ambos lados de los paramentos del ángulo de  $90^\circ$  de las esquinas, fig. 158, Lám. XII.

En cuanto á las dimensiones de las sillares no es posible establecer reglas fijas; porque la magnitud de ellas debe ser según el aspecto monumental de la obra; según el empuje lateral que tiene que soportar; y más aun depende de la calidad de cantera que produce determinadas magnitudes de piedras.

Si el espesor del muro es el menor posible; esto es, que se construya por medio del cálculo, de conformidad con la fórmula 12, se puede dar á los sillares que se empleen, un ancho común y longitud igual al espesor del muro; de modo que en este caso, todas las piedras se colocan de soga y á juntas encontradas, de manera que cada llaga vertical esté coincidiendo con los centros de las piedras de encima y debajo, figs. 159 y 160, Lám. XII; lo que resulta solamente cuando las longitudes de las piedras son iguales: caso *rarisimo* que no se verifica sino en obras de excelente hermosura y en las de ladrillo.

En las construcciones comunes, en las que no se emplean sillares de igual longitud, pueden establecerse las juntas verticales de dos hiladas consecutivas, *por lo menos a  $\frac{1}{3}$  de las longitudes de las piedras de encima y debajo* fig<sup>a</sup> 160, Lám. XII, alternando piedras de sogá y asta.

En muros de un grueso mayor, las piedras se asientan en una misma hilada dos ó tres filas de sogá y en la hilada inmediata se colocan de asta, trabando con regularidad los paramentos; pero como en las esquinas se ponen sillares de mayor longitud, se debe tener mucho cuidado de que las juntas estén encontradas, figs. 162 y 163, Lám. XII.

Si el espesor del muro es tan considerable que la longitud de los tizones no es suficiente para pasar al segundo paramento, se establecen con los sillares un *revestido simple ó doble*, esto es por el un paramento ó por entrambos, pudiéndose levantar de dobles hiladas de ladrillo ó piedra irregular ó cada lado, ó cara del muro, de modo que se forme el interior de mampostería ordinaria y mezcla. Este método se aplica con frecuencia en las obras hidrotécnicas, en los estribos y pilares de puentes, en los muros de contención, en los de muelles etc.; sin embargo de las ventajas y economía, que resultan de esta clase de obras, no se debé aplicar tal método; porque en estos casos vale más una construcción mucho más sólida, como es la que consta de sillares en toda su extensión, sin relleno al medio.

(Continuará)