

LECCIONES de ARQUITECTURA

POR

LINO MARIA FLOR

Ingeniero civil, Profesor en la Universidad Central del Ecuador

(Continuación de la página 80, número 108).

Espesor de los cimientos.—Varía también el espesor de los cimientos, pero la parte superior en el nivel del terreno, sobre la que se pone el zócalo, puede hacerse de *media asta* más que el mismo zócalo, para que á uno y otro lado de la pared quede un espacio por lo menos de 10 centímetros.

El espesor de la base del cimiento se calcula por medio de la fórmula siguiente: llamando e dicho espesor, es

$$e = e' + \frac{1}{6}h$$

en donde e' , es el espesor superior del cimiento y h la altura del mismo.

Ejemplo.—En Quito e' tiene el valor de 1,^m20, para casas de tres pisos, y h es igual á 1,^m00. Sustituyendo en la fórmula se tiene

$$e = 1,^m20 + \frac{1}{6} \cdot 1 = 1,^m367,$$

espesor inferior del cimiento ó de su base, un metro trescientos sesenta y siete milímetros.

El sexto de h puede variar, según la clase de terreno, hasta un tercio.

La altura del cimiento se divide en varias partes para formar una especie de grada, de manera que el peldaño inferior ó más bajo, tenga de un cuarto á una media *asta* más de espesor que el siguiente superior; ó también se puede para no formar las gradas indicadas, levantar el cimiento formando taludes á uno y otro lado del cimiento [figs. 12 y 13 Lám. I].

Los cimientos de las paredes de fachadas, traviesas, tabiques etc., deben tener la misma profundidad en todas sus extensiones, pero el espesor de sus bases se calcula según la fórmula anterior.

230. Cimientos sobre piedra compacta.—Para edificar sobre rocas compactas, se deben abrir sobre ellas cajas horizontales para situar ó sentar los sillares ó mamposte-rías, que siendo ordinarias, es necesario levantar el cimiento hasta el nivel exterior de la superficie del suelo y dejarlas en reposo algunos días, con el objeto de que se verifique un asiento uniforme en toda la extensión de ellas. Además de la trabazón ó enlace estricto que debe haber entre las piedras de los cimientos, se pone á intervalos convenientes, especialmente, en esquinas y ángulos de paredes, ótras más largas, cuyas longitudes sean iguales al espesor del muro, de modo que las cabezas aparezcan, respectivamente, en cada paramento: á estas piedras llaman los ingenieros y arquitectos *perpiaños*, y á otras de menor longitud *tizones*, cuyas cabezas están visibles en una cara ó paramento y la cola dentro del macizo. El cimiento se fabrica hasta la superficie del suelo natural, cuando el muro que le sigue es de sillería; mas cuando debe ser de ladrillos ó adobes, hasta una altura suficiente para resguardarlo de las aguas que corren por la superficie del terreno.

231. Cimientos sobre pudingas y brechas.—[105] Cuando el terreno es de piedra suelta, cascajo, grava, arena gruesa ó menuda mezclada con tierra arcillosa, de toba, tierras compactas no removidas y de capas de igual espesor, como generalmente se encuentran en la meseta interandina del Ecuador, se establecen los cimientos, con

toda seguridad, abriendo zanjas de poca altura y del espesor correspondiente; porque el lecho en esta clase de terrenos ofrece gran firmeza por su poca ó ninguna compresibilidad. Bastan en este caso, cajas ó zanjas de 0,^m 50 centímetros hasta 1 metro de profundidad, cuando las primeras hiladas son de piedras paralelepípedas grandes bien sentadas, colocando algunos tizones y perpiñones á intervalos pequeños y regulares, haciendo que no queden espacios vacíos en el cuerpo del cimiento, por pequeños que éstos fuesen; los cuales se rellenan con cascajo grueso, mortero ú hormigón; y en todo caso se procurará que haya trabazón entre las piedras y que vayan formando talud por entrambos paramentos del cimiento; de modo que el espesor de la base sea siempre mayor que el de la parte superior en la que se debe sentar el zócalo ó muro del edificio.

232. **Cimientos en terrenos compresibles.**—Si el terreno es blando, compresible, arcilloso ó de toba fangosa y cuya firmeza es poca, se forma un emparrillado en toda la extensión ó zanja que debe ser profunda. Las maderas del emparrillado han de tener de 0,^m 15 á 0,^m 30 centímetros de espesor, ensambladas á media madera y aun al tercio de su escuadría; y los huecos del emparrillado se llenan de hormigón para formar el plano horizontal sobre el cual se ha de fundar el cimiento. En toda clase de cimientos sobre terrenos compresibles, y especialmente, cuando requiere la naturaleza del edificio se cargue mayor peso en unos puntos más que en otros; como por ejemplo, si hay columnas ó pilastras que tienen que sustentar cargas considerables, con el fin de hacer uniforme el asiento de toda la obra, se construyen *arcos inversos* de ladrillo ó piedra, de manera que las presiones tan diversas y desproporcionadas se carguen sobre el trasdós de los arcos, que para construirlos no hay necesidad de cerchas sino de un molde de tabla con la curvatura que dé la figura deseada. La construcción de esta clase de cimientos se principia por nivelar el suelo y poner de cuatro ó seis hiladas de sillares ó ladrillos en sentido horizontal, como se ve en *a a'* de la (fig. 14, Lám. II); y sobre estas hiladas se forman los arcos

inversos $b' b$. En seguida se rellenan los arcos cóncavos con hiladas de ladrillos ó piedras sillares, hasta terminar el cimientó sobre el suelo en una línea horizontal $e' e$ para construir sobre esta, las columnas ó pilares, cuidando que en los arranques de cada dos arcos se coloquen los pedestales de dichas columnas ó pilares, con cuya disposición, los pesos que gravitarían sólo debajo de los pedestales quedan distribuídos en toda la extensión de los arcos inversos ó del muro de cimientó así formado.

233. Cimientos en terrenos blandos y sueltos.—En esta clase de terrenos, por mucho que se profundice la zanja es difícil tocar en sólido; por lo cual hay necesidad de recurrir al *pilotaje*, que no es otra cosa que un conjunto de *pilotes* hincados en tierra para consolidar los cimientos; denominando asímismo *pilote* al madero rollizo y redondo armado, frecuentemente, de una punta de hierro para hincar en tierra, de magnitudes proporcionadas, despojado de la corteza y de toda prominencia para introducirlo con facilidad; y con el objeto de impedir que los extremos superiores de los pilotes se astillen, mientras se golpee, se los rodea de un fuerte aro de hierro forjado. El peligro que se tiene al formar cimientos en terrenos naturales, proviene de la ninguna uniformidad de resistencia y firmeza en la extensión del suelo; y para evitar el inconveniente se hace uso de los pilotes que consolidan el terreno suelto y blando, obrando cada uno como cuña produce presiones laterales y transmite el peso á una profundidad mayor que la excavación, hasta que el terreno va gradualmente consolidándose mientras más se profundiza el pilotaje hasta tocar con una capa sólida del fondo. A los pilotes clavados en línea recta y cortadas las cabezas á una misma altura, se ensamblan una serie de soleras de madera incorruptible ó de durmientes prismáticos formando triángulos, cuadrados ó rectángulos en un mismo plano horizontal. Los espacios que quedan entre los durmientes y pilotes, se rellenan de piedra, cascajo, gravas, fragmentos de ladrillos ó cualquiera otro material duro que se comprime fuertemente hasta dejar un plano bien nivela-

do; y cuando es necesario se mezclan los materiales con hormigón ó mortero según lo permita la clase de terreno ó la obra que ha de construirse; véase (fig. 15 Lám. II). Los pilotes chicos se clavan á fuerza de mazo ó martinete de mano de tres mangos; mas los de mayores dimensiones requieren máquinas á propósito: el martinete de tres mangos es una maza de grandes dimensiones hecha de madera dura guarnecida de un aro fuerte de hierro y adaptados tres mangos ó cabos separados á igual distancia, que tres hombres la suspenden y dejan caer por su propio peso, teniendo siempre los mangos para dar la debida dirección. Las máquinas para hincar pilotes grandes son de varias clases, pero todas consisten en un mecanismo, combinado de tal modo, que con poco esfuerzo se suspende una maza pesada de madera ó hierro á cierta altura para dejarla caer con violencia sobre la cabeza del pilote. Lllaman máquina de *campanario* ó *repique* al martinete que teniendo una maza más ó menos del peso de doscientos kilogramos, llamada *mono*, cuatro ó seis hombres la suspenden por medio de una sola cuerda y polea á la altura necesaria, y tomando una de las cuerdas en las que termina el cable principal la dejan caer, por el lado opuesto impelida por su propio peso. Para construcción de puentes y obras hidráulicas se necesitan pilotes más largos y gruesos; y por esto máquinas de mayor potencia. Estas máquinas son algo semejantes á la anterior, pero la maza tiene, regularmente de 300 á 1000 kilogramos y también se levanta á mayor altura: á esta clase de martinetes llaman de *ariete*. La maza de estas máquinas es de hierro colado con huecos cuadrados y transversales, en los que se ponen piezas de madera dura, acunadas fuertemente que sirven para mantener sujeta á los postes ó correderas y que dan la dirección á la caída de la maza. Así como va penetrando el pilote en el terreno se aumenta la resistencia de éste, pero vence el peso elevándose á una misma altura. Crece la potencia á medida que el pilote aumenta la distancia, entrando en cada golpe más y más en el terreno; y para conocer lo que penetra, se ponen unas rayas en blanco á igual distan-

cia en el mismo pilote; y si después de ocho ó diez golpes de la maza no entra ni la décima parte de una distancia, se suspende la operación para no partir la cabeza del pilote; por el contrario, si desciende muchas distancias en cada golpe y con los últimos queda dentro de tierra, no se construye sobre él, sino que en rededor se clavan, á iguales distancias, otros más largos que afirman, de esta manera, al primer pilote; pero si no se consigue consolidar al terreno ni á éste con la operación, se clavan otros intermedios entre el primero y los segundos, que rara vez hay necesidad de poner tan inmediatos; pues es práctica clavarlos por lo menos, á una distancia igual á su diámetro, no sólo para dejar espacio donde clavar otros intermedios sino para evitar que levanten la tierra contigua hacia arriba ó muevan el piso inmediato.

Se calcula la altura de caída de la maza según el peso de ésta y la penetración del pilote que en cada golpe del ariete debe suceder, que el peso de la maza, llamado P , multiplicado por la altura de caída h , sea igual á R rozamiento del pilote por su penetración p , es decir:

$$P \cdot h = R \cdot p; \text{ de donde, } h = \frac{R \cdot p}{P}$$

ahora si $P = 800$ kilogramos y la penetración $p = 0,1$ por cada golpe, sabiendo que el roce del pilote en su penetración es siempre mayor que el peso que soporta en cada golpe; y además, si la presión fuese de 30 kilogramos por centímetro cuadrado, y el pilote tuviese $0,30$ centímetros de lado ó sean 900 centímetros cuadrados de sección total, tendríamos que puede soportar 27 000 kilogramos; por cuya razón, se puede poner $R = 40\,000$ kilogramos por lo menos; y así será:

$$h = \frac{40\,000 \times 0,1}{800} = 5^m$$

mas si $R=200$; y $h=5^m$, se tiene:

$$p = \frac{200 \times 5^m}{40\,000} = 0,025$$

y si $R=400$, y $h=2^m$; será $p=0,02$.

De esta manera, atendiendo la longitud que del pilote entra y la resistencia que ofrece el roce, se puede calcular la altura correspondiente, sabiendo el peso de la maza.

En los martinetes se emplean máquinas de vapor, ahorrando considerablemente las fuerzas animales se obtienen positivos resultados.

Los pilotes clavados hasta que sea rechazada la maza del martinete pueden soportar de 30 á 40 kilogramos por centímetro cuadrado. Según esto, llamando R la resistencia de cada pilote, r' la de la unidad ó de un centímetro cuadrado, y S la sección total del pilote, se tiene:

$$R = r' S.$$

Si se quiere fundar sobre pilotes una construcción que pese 10 000 000 de kilogramos, y se desea saber el número de pilotes que son necesarios para que soporten con seguridad dicha construcción, teniendo 0,30 centímetros de diámetro cada pilote y sabiendo que la carga que puede soportar por cada centímetro cuadrado es de 35 kilogramos, se tendrá:

$$R = \pi r^2 \cdot 35 = 24\,745 \text{ kilogramos}$$

resistencia de cada pilete.

Para saber el número de éstos, basta dividir:

$$10\,000\,000 : 24\,745 = 404 \text{ pilotes,}$$

que se colocan de modo que cada uno soporte una presión igual repartido el peso de la obra.

234. Pilotes de hierro.—Los pilotes de esta clase consisten en una barra de hierro forjado, que en su parte inferior

termina en un tornillo de igual espesor que la misma barra, ó en punta como se ve en las (figs. 16 y 17, Lám II), y además, después del tornillo tiene el primero un disco helizoidal, y el segundo acaba en una rosca espiral. A estas roscas se pueden dar las formas que se quieran según la clase de terreno en el que se desea construir. Para clavar en el suelo un pilote de esta especie se apoya verticalmente en el lugar que se quiere poner y se le da un movimiento de rotación; con lo cual penetra la rosca capas arenosas, arcillosas, calcáreas y margas estratificadas sin alterar la estructura del suelo, hasta llegar á una capa dura que opone resistencia, y que el pilote pueda soportar las presiones superiores tanto por la dureza del terreno como por la superficie de presión del mismo disco. Este pilotaje se puede emplear con grande ventaja en cimientos debajo de aguas, puentes, viaductos, muelles, faros etc., por la facilidad y rapidez con que se colocan, por la mayor seguridad; y porque vale menos que el pilotaje ordinario; se entiende que aquel pilotaje cuesta menos que éste en los lugares que se extrae y funde el hierro. Los pilotes se disponen en hileras paralelas á distancia de cinco á diez metros y sobre las cabezas se ponen cubreras gruesas, que ensambladas con vigas y viguetas forman un emparrillado sólido, debiendo rellenarse con piedras grandes y chicas los espacios entre pilotes y huecos del emparrillado, para establecer el cimiento en un plano horizontal.

También se han construído pilotes huecos ó tubos de fundición con aquellas roscas en el extremo inferior; y otros, compuestos de anillos sobrepuestos y unidos entre sí por medio de pernos. Para clavar estos últimos se pone el primer anillo en el lugar que corresponda, anillo que regularmente tiene de uno á dos metros de diámetro y uno de altura; y para que tenga mayor resistencia y corte mejor el terreno sin romperse, es hecho de palastro con el borde inferior cortante, abierto por este lado y cerrada la parte superior con una tapa que comunica con una máquina neumática. El anillo por su propio peso y algo más de sobrecarga desciende al fondo del terreno de ríos ó lagos, y entonces obrando la

máquina neumática principia la rarefacción del aire dentro del anillo y va subiendo el agua, fango, arena etc., por la presión atmosférica que se ejerce á los lados exteriores del anillo. Por esta operación se efectúa en el fondo una excavación natural, ocasionada por la corriente de agua que se produce por la variación del suelo, que rompiendo la cohesión de las partes sólidas que le componen, deja libre el descenso del anillo impelido por su propio peso y el de la atmósfera que gravita sobre la tapa; este trabajo se verifica hasta que el tubo esté lleno de materiales que se los saca y se continúa del mismo modo hasta que el pilote llegue á la profundidad necesaria, que es cuando toca en terreno de suficiente resistencia. Clavado así el anillo y extraídos todos los materiales que contiene se unen otros anillos y al fondo se pone una capa de cemento romano de uno á dos metros de alto y después se rellena con hormigón y cascajo. Se unen los pilotes con durmientes de madera ó planchas de hierro para formar el plano perfectamente horizontal sobre el que ha de ir la fábrica (fig. 18, Lám II).

Otro sistema opuesto al anterior para clavar los tubos compuestos de anillos, es el siguiente: en vez de sacar el aire del tubo se hace entrar una cantidad que ejerza una presión de dos ó más atmósferas, cuya fuerza obliga á salir el agua que contiene el tubo, ya sea por el fondo del río ó lago si es permeable, ya por un sifón puesto en la parte superior del anillo si el terreno fuese impermeable, quedando de este modo, el tubo vacío para que los trabajadores entrando en él hagan la excavación; y para que el tubo descienda en sentido vertical se pone una sobrecarga hasta que llegue á la profundidad deseada; repitiendo varias veces la operación de excavar y quitar todas las materias de dentro del tubo, se pone cemento romano ú otro mortero que tenga idénticas ó mejores propiedades que él, para que impida la filtración del agua y se rellene el tubo con hormigón y otros materiales.

235. Cimientos sobre arena movediza.—Cuando hay que construir cimientos en terrenos de arena movediza se

hacen uso de las *tablestacas*, que se forman de gruesos tabloncillos unidos entre sí, solapados ó machihembrados por los costados de modo que las juntas no dejen pasar la arena; se consigue este objeto ensamblando por sus lados á caja y espiga; mas para clavarlas se hacen uso de los martinetes pequeños ó de campanario, consiguiendo que tengan íntimo contacto entre sus costados por el corte de las tablestacas de un sólo lado como se ve en la (fig. 19, Lám. II). Para formar el cimientado se encajona el recinto con tablestacas como se nota en la (fig. 20, Lám. II), sacados de él la arena ó fango, se forma el cimientado de piedra labrada y carretales ó poniendo el emparrillado del que se trata en el número (232).

236. Cimientados en lugares que hay agua.—En las construcciones de cimientados, muchas veces se encuentran manantiales, cuando hay que establecerlos en parajes húmedos, y es tanta la rapidez con la que se introduce el agua en las excavaciones por su fluidez, que impide continuar la obra, siendo preciso recurrir á bombas para agotarla; y en este caso, se necesitan las tablestacas para contener el agua, fango ó arena; por lo cual si el cimientado es de alguna extensión se clavan las tablestacas haciendo uso de guías, que son unas piezas ó cuartones gruesos de madera, colocados horizontalmente en dos líneas paralelas entre sí, y en la parte más baja del terreno á la distancia de algo más del espesor de las tablestacas. Las guías se hallan sujetas con pernos á dos pilotes clavados á los extremos; sirven para dirigir y mantener las tablestacas en sus lugares, al medio de ellas, al tiempo de clavar y sujetarlas después de la operación. Cuando las tablestacas son largas se colocan otras guías de uno á uno y medio metros de las primeras, reforzándolas con riostras ó tornapuntas diagonales de madera. Los costados de las tablestacas deben ir muy bien cepillados y con juntas impermeables como se ven en la (fig. 21 Lám. II); y si por estas juntas atraviesa el agua se las calafatea con estopa como se hace con las junturas de buques; pero basta muchas veces el fango ó la arcilla que se adhieren ó embarran de intento para que queden dichas juntas perfectamente cerradas ó impermeables; hecho lo cual, se

procede á la excavación de la zanja que ha de servir para levantar el cimientó; pero si se ha encajonado el recinto por medio de tablestacas, se achica el agua ó fango que hay en él y se principia á ejecutar la obra con mortero hidráulico de día y de noche; porque el agua puede volver á filtrarse y destruir la construcción.

El ingeniero cuando tenga que construir un cimientó profundo en terrenos areniscos, donde el agua aun con las prescripciones indicadas se filtre siempre, se conformará con hacer excavar cortas extensiones, y hacer por consiguiente, pequeñas partes de fábrica, procurando en la operación cargar pesos considerables sobre ella; pues esta precaución es muy provechosa aun en las construcciones hechas con cementos hidráulicos, ladrillos ó piedras; pues el peso adicional, aunque haya que quitar para continuar la obra, impide que el agua la destruya ó altere. En todos estos casos la dificultad consiste en colocar el emparrillado (232) y sentar las primeras hileras de piedras de grandes dimensiones y de superficies planas para formar un asiento sólido y nivelado, sobre el que se ha de colocar la construcción deseada.

237. Cimientos bajo de agua.—Cuando hay que establecer cimientos debajo de agua que tenga considerable profundidad se opera de los modos siguientes:

1.º Cuando el terreno es calcáreo, arcilloso ó generalmente blando se forman unos malecones ó paredes de lodo impermeable, revestidas interior y exteriormente de tablestacas y pilotes clavados hasta el terreno firme, y las otras un poco menos, pero sujetas entre sí con fuertes atravesaños, debiendo tener las paredes de los malecones el espesor de dos tercios de la altura del agua. Hecho el malecón en el sentido deseado, se achica el agua por medio de bombas y en seguida se excava hasta llegar en terreno firme, sobre el que se pone una capa de mortero hidráulico y un emparrillado para prevenir contra movimientos del cimientó ya sea por la desigualdad de presiones verticales ya por la diferente resistencia del terreno; y cuando los malecones se construyen en lugares que están sujetos á las mareas, se dejan orificios en los costados, un poco superiores á la baja marea y que puedan ce-

rrarse completamente por medio de compuertas; pues de esta manera se llega á quitar una gran cantidad de agua hasta el nivel inferior de dichos orificios. Los malecones deben permanecer hasta después de concluída la obra, porque sirven para poner encima de ellos los andamios para la colocación de cimbras, y aun para el caso de que haya descenso de los estribos hechos dentro de los malecones por efecto del empuje ó peso de los arcos construídos después; y también para inspeccionar la obra hasta que haya tomado el secante necesario.

2º Si el sitio en que se ha de fundar un cimiento es de peña, arena ú otra clase de terreno en el que no se puede formar malecones, es preciso recurrir al método de construcción por medio de cajones de madera dura é incorruptible, de grandes dimensiones y con juntas calafeteadas que floten sobre el agua como los botes. Dentro de dichos cajones se construye la obra de piedra ó ladrillo hasta que por su propio peso se sumerja y toque el fondo del mar, río ó lago, de manera que la tapa inferior del cajón queda debajo del estribo ó pilar como base del cimiento en lugar del emparrillado. Las ventajas principales de esta manera de fabricar dentro del agua son: la facilidad y precisión con que se construyen dichos cajones en tierra y la conducción en piezas al lugar designado; el menos costo que cuando se hacen los malecones empleando grandes cantidades de madera gruesa; el ahorro del trabajo al clavar pilotes; y la perfección de hacer las juntas bien unidas é impermeables que economiza el costo de bombeo. Pero hay otros inconvenientes que no se encuentran en el empleo de los malecones; pues no se conoce la firmeza y resistencia del terreno, no se saca del fondo el cieno ni se puede nivelar el fondo sobre el que ha de sentarse la fábrica. Sin embargo allanadas todas estas dificultades por cualquier método, se clavan pilotes si es necesario ó si el terreno es fangoso ó de otro material blando, se cortan las cabezas al nivel del terreno, preparando así el cimiento en que ha de sentarse el fondo del cajón, que es construído de modo que los lados verticales que dan figura al cajón ó al pilar se puedan quitar cuando se quiera.

La altura del cajón debe exceder á la de las aguas y si hay mareas ha de ser mayor que la de pleamar. La construcción del cajón se verifica también en el mismo sitio en que se ha de colocar, sobre una balsa sostenida por barriles, canoas ó botes; y una vez concluído, se echan á pique abriendo agujeros en sus fondos: la balsa baja con todos sus accesorios y el cajón queda flotante, y entonces se principia la obra dentro de él, hasta que por su propio peso descienda al lugar designado.

3º El método llamado por *escollera*, que se obtiene botando piedras al fondo preparado lo más horizontalmente, y procurando que el ancho del terraplén que resulta con sus taludes, sea el doble de la altura á que llega la pared ó montón de piedras que constituye el cimiento. Si se quiere que este cimiento sea mejor de lo que comunemente resulta, se puede poner un pilotaje en la línea límite de la escollera, y cortadas las cabezas de los pilotes á la altura conveniente, en un sólo plano, se colocan cumbreras, se vuelve á rellenar el espacio que queda entre los pilotes y el talud de la escollera con piedras de todas dimensiones; y en este estado, se deja descansar la obra por más de un año, con el fin de que llegue á su natural asiento y que las corrientes de agua llenen los huecos ó intersticios que quedan entre las piedras con las arenas, lodo, detritus y más materiales arrastrados que hacen el oficio de cemento de unión. Pasado el tiempo de descanso limpiada la superficie exterior de la escollera, se pone una capa de hormigón hasta dejarla horizontal y encima un emparrillado que sirva de base al edificio.

238. Generalidades de cimientos.—Los cimientos deben corresponder á la naturaleza del suelo y ser de la misma clase en toda la extensión de los muros exteriores é interiores de un edificio; pues es peligroso hacer reposar una parte de pared sobre un emparrillado ó pilotaje, y otra sobre un cimiento de piedra; porque siendo distinto el asiento en uno y otro caso se divide el muro en varias partes con rajadas oblicuas y verticales. En el cimiento hecho de piedras naturales ó de piedras labradas en terrenos firmes, como de arena gruesa etc., basta comunemente la profundidad de un metro. En tierras vegeta-

les conviene aumentar el ancho del cimiento en vez de su profundidad.

Cuando hay que construir cimientos en terrenos blandos y húmedos se usa del emparrillado; más cuando los terrenos son muy blandos y pantanosos se necesita un pilotaje y un emparrillado de los que se han hablado en los números anteriores.

Si hay que construir cimientos sobre escombros de piedra, ladrillo, arena seca fina, arcilla y barro secos, que soportan grandes cargas con toda seguridad, basta aun para edificios monumentales, la profundidad de uno á tres metros, pero en el caso de que haya humedad se debe siempre usar del pilotaje y un buen sistema de canalización para que salgan las aguas sin tocar los cimientos.

En vez del pilotaje se puede emplear otro método en terrenos blandos de tierra vegetal acuosa, de turba, de tierra compuesta de restos de plantas etc., formando la canalización conveniente, en seguida abriendo las zanjás hasta la profundidad de dos á cuatro metros y de un ancho que sea el doble de la altura del cimiento, poniendo en las zanjás arena gruesa y encima hiladas de piedras unidas con argamasa. Es mejor no abrir zanjás para formar cimientos en esta clase de terrenos, y poner en todo el espacio que ha de ocupar el edificio, una capa de arena de dos á cuatro metros de altura que soporta por sí sola las mayores sobrecargas, pudiéndose emplear también este método para cimientos de pilares y estribos de puentes. Si el sitio en que se ha de poner el cimiento tiene agua, pero el suelo es firme y resistente se forma poniendo hormigón hasta un metro de altura y encima piedras angulares de cantera, formando hiladas horizontales unidas con mortero.

239. Capas de aislamiento contra la humedad de las casas.—

Cuando se han construido cimientos y paredes en terrenos húmedos, y las partes inferiores son hechas de ladrillo, adobes, rocas porosas etc., que filtrándose el agua pasa á las partes interiores de las casas, convirtiendo las piezas en lugares inhabitables por efecto de la humedad y del *aire telúrico*, que es el contenido en los

poros de la tierra entre la superficie y la capa subterránea de agua, hay necesidad de capas de aislamiento. El aire telúrico se difunde en la atmósfera y entonces no tiene ninguna importancia higiénica; pero atendiendo á que la salida de aquél, es mayor por las excavaciones de los cimientos de las habitaciones, que precisamente, en muchas ocasiones van hasta el subsuelo, hay necesidad de adoptar medios que eviten al hombre el contacto y aspiración de dicho aire, que á favor de las corrientes excéntricas subterráneas, no tiene una proporción normal en los elementos que le componen, disminuye considerablemente el oxígeno que es el incitante natural de la vida; produce languidez, alteración en el nutrimiento que debilita las energías y le pone en estado de enfermarse. Las aguas subterráneas ejercen en las construcciones una grande influencia; porque ascienden en el terreno por capilaridad, hacen húmedas las capas superficiales de las habitaciones en las que constantemente hay evaporación que es nociva para la vida; siendo más directa dicha evaporación de las materias orgánicas que existen entre las rocas, que entran en descomposición y producen sustancias que infestan el aire telúrico; proviene, pues, de aquí la importante necesidad de sanear el terreno, construyendo capas que impidan la filtración de agua y corrientes interiores de aire, y las que entre otras, son las siguientes:

1.^a Una parte de arena con otra de asfalto, forman una mezcla impermeable, que para impedir la filtración del aire telúrico y agua, basta el espesor de uno á dos centímetros.

2.^a De alquitrán 4,5 litros, colofonio 0,5 kilogramos, cal 5 kilogramos, forman una masa dura que no da paso á la huedad ni al aire.

3.^a Una capa de brea caliente mezclada con arena influye, poderosamente, para impedir las filtraciones indicadas.

4.^a 15 partes de cal fina, 5 de litargirio de plomo pulverizado, 60 de arena lavada, mezcladas con aceite de linaza hasta formar una pasta, produce una capa de aislamiento inmejorable.

5ª La argamasa ordinaria con pedazos de vidrio sirve también para impedir la filtración del agua y corrientes de aire telúrico.

6ª Cartón grueso alquitranado por entrambas caras.

7ª Una capa de cemento romano ó de Portland.

8ª Una capa de zulaque de fortaneros ó cualquier otro de los usados en el país.

9ª Dos capas de ladrillos vidriados unidos con morteros hidráulicos por las caras no barnizadas.

10ª Planchas de plomo del espesor de uno á uno y medio milímetros.

Estas capas de aislamiento se ponen en los paramentos ó caras exteriores de los muros, hasta una altura en la que no toquen las corrientes de agua que fluyen en la superficie de la tierra; y también se pueden poner en los paramentos interiores de los cimientos para evitar el *solado* costoso de los pavimentos de las piezas.

240. Tapias.—Se denomina *tapia* la pared determinada hecha de arcilla, pisada en un molde, llamado *tapial*, y secada al aire libre. Las paredes formadas de tapias son de hiladas sobrepuestas á juntas encontradas y comprimidas. En las provincias del Carchi é Imbabura y en todas las del intertor del Ecuador, se encuentran estos muros que atestiguan la bondad y duración de esta clase de construcciones, aunque son hechas en cada provincia de distinto modo y siempre sin las precauciones debidas para asegurar mayor duración.

Son tierras á propósito para formar paredes de tapias, las que no son muy margas, es decir, que son un poco arenosas; las tierras cultivadas como de jardines; las que cortados sus taludes naturales se sostienen en paredes casi verticales; las que removidas con pala, azadón ó arado se levantan en terrones desmenuzables. Hay que separar las piedras grandes, humedecer la tierra por aspersión con lechada de cal, removerla con la pala y azadón para que se moje igualmente; y se conoce si está suficientemente húmeda, si después de comprimida con la mano y arrojada, conserva la forma adquirida por la presión. Así preparada la tierra amasada se mezcla con

paja ó heno recortado para impedir las rajas que se originan al secarse las tapias; en seguida se pone la tierra en el tapial, ó molde móvil, en tongas ó pequeñas porciones que el tapiador extiende con los pies en toda la extensión de la horma, de modo que tenga dicha tonga un decímetro de espesor, la comprime á golpes de pisón, cosa de reducirla á cinco centímetros, y de esta manera se continúa hasta llenar el tapial.

Para construir paredes de tapias se levantan sobre cimientos de piedra para preservarlos de la humedad; éstos deben ser de myor latitud que la del mismo muro; de lo contrario con facilidad se deterioran. Puesto el tapial sobre el basamento, sus hojas se colocan verticalmente y se fabrica la tapia del modo indicado. Las tapias deben trabarse con regularidad, pero no con juntas verticales sino oblicuas para que sea resistente la pared. Aunque no hay necesidad de excavar ó hacer zanjas para formar cimientos para las paredes de esta clase, serían mucho más durables levantando los cimientos siquiera de 0.^m 30 centímetros de profundidad, para procurar la horizontalidad del cimiento y dos ó tres hiladas de piedras sobre la superficie del terreno con el fin de preservarlas de la humedad. En el Ecuador algunos tapiadores se contentan con poner una sola hilada de piedras y encima las tapias; y otros, sobre el suelo natural.

(Continuará).