
LECCIONES de ARQUITECTURA

POR

LINO MARIA FLOR

Ingeniero civil, Profesor en la Universidad Central del Ecuador

(Continuación de la página 1150, N.º 95).

57. Aparición de la Arquitectura.—Ahora concretándonos á los tiempos en que la Arquitectura apareció, adelantó, decayó y restauró su perfección, consideramos cuatro épocas. En la primera, que comienza desde la creación hasta los tiempos de Augusto, vemos que además de las construcciones de las primeras ciudades mencionadas en la Escritura, hay ilustre memoria de Beseleel y Oliab, arquitectos del Tabernáculo de Moisés; de Hirán, arquitecto del templo de Salomón y de Zorobabel su restaurador. Fuera de estos arquitectos que florecieron por entonces y de quienes tenemos noticias por Plinio y Vitrubio, otros como Trofonio, Agamedes, arquitectos griegos, fabricaron el templo de Apolo y el de Delfos, respectivamente; y Hermógenes el de Diana; Calímaco inventor del capitel corintio y muchos otros contribuyeron en Grecia para el adelanto de la Arquitectura en sus tres órdenes Dórico, Jónico y Corintio. De estos órdenes aprendieron los romanos su simetría; pues en esos tiempos sus edificios eran recomendables sólo por la grandeza y solidez del orden *Toscano*; pero después inventaron el orden *Compuesto*, con el cual, resultó la admirable armonía de los cinco órdenes.

58. Segunda época.—Empieza desde Augusto hasta la decadencia del imperio. Este monarca tuvo exagerado amor por las cosas grandes, contribuyendo para ejecutarlas la paz de que gozaba y las inmensas riquezas que poseía, hizo florecer las ciencias, las bellas artes y sobre todo la Arquitectura. En tiempo de los emperadores romanos los cinco órdenes llegaron á la más hermosa proporción, pues los palacios y aún las casas de los nobles ciudadanos, fabricaron con estricta sujeción á los órdenes y todas de mármol, como lo aseguró César Augusto, cuando dijo: "*Dejo la ciudad de mármol habiéndola recibido de ladrillo.*"

Los emperadores Tito, Vespasiano, Trajano y Adriano tuvieron la misma pasión, llenaron las ciudades del imperio con fábricas suntuosas, é hicieron ver la perfección á la que llegó la Arquitectura y cuán famosos artífices se distinguieron. Constantino el Grande fue el primero que hizo construir un templo dedicado al verdadero Dios. Vitrubio, arquitecto de Octaviano Augusto, mereció el nombre de príncipe de los arquitectos y grande sabio, quien dejó los diez libros de Arquitectura, que pueden pasar por uno de los más preciosos monumentos de la antigüedad. Vitrubio, Q. Cisonio, Ateneo, Cleodano de Bizanzo, Ciriades, Frontino, etc., etc., contribuyeron en esta época para el desarrollo progresivo de la Arquitectura.

59. Tercera época.—En la tercera época viene destruyéndose aquella grandeza y magestad de la segunda, que duró hasta que los Godos, Vicigodos, Alanos, Suevos, Hunos y otras naciones bárbaras inundaron Italia, Alemania, Francia y España, quemando de los palacios y casas toda la materia combustible, y derribando lo que el fuego no pudo convertir en cenizas. Estos bárbaros derramando sangre por todas partes, fueron la causa de que se perdiese la afición por las ciencias y bellas artes, y poco á poco se fue olvidando la Arquitectura entre los invadidos, por su aplicación á las armas para defenderse, hasta que Teodorico, príncipe de los Ostrogodos y otros quisieron restablecer lo que habían arruinado, y edificaron con un nuevo orden de Arquitectura que llamamos *Gótico*, por ser

godos los inventores. Poco después los arquitectos Alosio, Daniel, Simmaco, Severino, Boccio, Casiodoro y algunos ilustres romanos, con sus sabios consejos, fueron expeliendo la barbarie, hasta que en el tiempo de Carlo Magno, con su grande apoyo, se restauraron y florecieron las Ciencias, y adelantó en gran manera la Arquitectura.

60. Cuarta época.—En la cuarta época se ve el perfeccionamiento de la Arquitectura con el apoyo de los Jefes de las naciones; y más aún, con la aplicación de ciertos genios al estudio de las Ciencias, se han restaurado los órdenes de Arquitectura, hasta el estado en que los vemos.

En el siglo décimo quinto de nuestra Era ó de la Cristiana, apareció un hombre erudito y muy versado en todas las ciencias matemáticas, este fue Bramante, arquitecto de Julio II, que como arqueólogo deleitándose en la contemplación de las ruínas de los templos y palacios antiguos, midió sus mármoles y considerando la admirable simetría, llegó á ser tan excelente arquitecto que pretendió exceder á Vitrubio, dejando al Papa el diseño para el templo de San Pedro, dibujado con tan diestro y primoroso pincel, que no hubo quien se atreviese á ejecutarlo; sin embargo, le sucedió Rafael Urvino que murió pronto, y á éste, Baltazar Perucio que siguiendo las ideas de Bramante en los ornatos superiores, quiso ser prudente y puso los fundamentos más sólidos para que un monumento tan grande se sustentase sin peligro.

61. Arquitectura del país.—Por tiempos no muy lejanos florecía en Italia Miguel Angel que reedificó el Capitolio é hizo otras muchas obras hermosas, que para su honra se conservan en Roma y Florencia. Con este arquitecto florecieron Scamosi, Paladio, Serlio, Viñola, Covarrúbias, Hoya, Toledo, Herrera, Tosca, etc., etc., con cuyos conocimientos, adelantó la Ciencia de la Arquitectura en el mundo civilizado, y de aquí, pasó á nuestra Patria con las colonias españolas, que fabricaron templos y conventos que merecen la atención de los arquitectos; porque al parecer tiene en su ejecución, un orden arquitectónico: sería muy oportuno escribir algo acerca de sus estilos, que son más simétricos y por consiguien-

te, más hermosos que los edificios que en la actualidad se construyen.

Antes que los españoles arribaran á las playas ecuatorianas, los aborígenes de estas comarcas, no tenían conocimiento acerca de los estilos arquitectónicos griegos, ni se han encontrado en sus obras arcos ni bóvedas; pero no por esto, se ha de creer que no tenían sus graciosas construcciones un estilo respectivo. Basta saber que los Incas, Scyris, Puruhaes y Cañaris tenían sus adoratorios, palacios, fortalezas, ya sea en las alturas de las montañas, al lado de la nieve perpetua, ya en sus faldas, ya en ciertos lugares cuyos horizontes son los más extensos que se pueden encontrar, para que sirvan de atalaya á inmensas distancias y en todas direcciones, con el objeto de librarse de los asaltos súbitos de sus enemigos. Hasta hoy se encuentran los restos ó escombros de un palacio en el territorio de los quitus, llamado *Pachuzala*, del que han hablado los académicos franceses en el siglo antepasado; Humboldt, Jiménez de la Espada, Doctor Reiss en el siglo pasado, etc. De otro palacio, sito en el territorio de los cañaris, llamado *Ingapirca*, existen aún más notables vestigios que los del anterior, los cuales visitó, el que escribe esta obra, en el año de 1894, y observó: un zócalo en forma casi elíptica, hecho de roca *andesita*, cuyas piezas son labradas en sus paramentos con gran primor y sus cuatro caras de unión, planos perfectos, teniendo el resto de las piedras la fractura perteneciente á la roca. Están colocados los sillares que tienen una sóla forma aunque de diferentes dimensiones, á juntas encontradas, pegadas con un cemento blanco amarillento, tan fino que bien puede pasar por una hoja de papel, el que se encuentra uniendo las piedras: en sus juntas verticales y horizontales no es posible introducir una hoja de cuchillo delgado, como lo dice, el Ilustrísimo y Reverendísimo Señor Doctor, Don Federico Gonzáles Suárez, en su *Historia General de la República del Ecuador*, Tomo Primero. Sobre ese zócalo existen unas paredes con vanos de puertas de formas irregulares, más angostas en la dinteladura, que es de un sólo sillar, que en su parte baja ó

en su umbral; las paredes además, conservan un enlucido de barro con una pintura amarillenta rojisa. Estos palacios, adoratorios y casas de los aborígenes indicados eran en parte de piedra bien labrada, en otra de adobes, y sus cubiertas de paja de paramera: los interiores de los palacios fueron enriquecidos con piezas de oro y plata. De manera que los estilos arquitectónicos de los aborígenes de estos lugares, se reducen al trabajo de la piedra y unión de sillares con un arte primoroso y admirable; pero en todo lo demás, sus construcciones eran como las de los primitivos tiempos del aparecimiento de la Arquitectura, consistiendo su lujo y suntuosidad en las piezas de oro y plata que adornaban lo interior de las habitaciones; pero el conjunto de los edificios carecía de hermosura y belleza ó de un orden arquitectónico concebido simétricamente.

62. Los cinco órdenes.—Esta es la reseña del aparecimiento, progreso, decadencia y restauración de la *Arquitectura civil*. Cada pueblo ha edificado según su estado de civilización y sus caracteres, siguiendo las evoluciones de la Ciencia, aprovechando las ventajas que la adopción de nuevas formas ha producido, evitando sus inconvenientes y sujetándose á las leyes que han regido. De manera que según lo que se acaba de decir, parece que deben haber tantos estilos arquitectónicos como pueblos han existido sobre la Tierra. En verdad, en los tres órdenes griegos *Dórico*, *Jónico* y *Corintio* hay la razón suficiente para expresar las cualidades de *robusto*, *medio* y *delicado*; por lo cual, muchos arquitectos excluyen del número de ellos al *Toscano* y *Compuesto*: al primero, por ser un *Dórico*, *basto*, toscos; al segundo, por ser una composición del *Jónico* y *Corintio*; pero en todo caso hay que advertir que los cinco órdenes tienen singular belleza y conveniente aplicación; y esto es natural, atendiendo á que en la cualidad de *robusto* puede haber el más ó el menos; así como en el concepto de *delicado*, variedad de hermosura, también en más ó menos perfección. Es cierto que hay millares de extravagancias en cuanto á estilos arquitectónicos, que toman sus nombres de los lugares en los que se construyen ó el de los artífices que

dirigen; pero lo más cierto es que arquitectos antiguos y modernos no han conseguido hasta hoy igual facilidad á la de los romanos en la invención referida. Al tratar acerca de los cinco órdenes principales, hablaremos de todos los que tengan alguna importancia histórica.

63. Excelencia de la Arquitectura.—Dios, Soberano Arquitecto que creó el admirable conjunto de los Cielos y Tierra, usando para su hermosa fábrica leyes elevadísimas de superior mecánica, puso ante los ojos del hombre, dándole entre otras ciencias las del número, peso y medida, el espectáculo maravilloso del firmamento, para que imitándole pueda ejecutar sus obras con perfección.

En las Sagradas Letras, Dios es llamado *Artífice del Universo*; pues según éllas, dió á Moisés el diseño del Tabernáculo, delineado y explicado, y eligiendo á Beseleel para arquitecto, le llenó del espíritu de sabiduría para que fabrique aquella obra sagrada, que debía hacer de oro, plata, perlas, bronce, mármol y madera. Dios entregó á David otro diseño del Templo, para que lo pasase al sabio Salomón, al varón de la ciencia infusa; con el fin de que, con su sabiduría desenvolvese el plan Divino.

Tenemos tanto de Arquitectura en las Sagradas Letras, que varios arquitectos son del parecer que el príncipe de los de esta Ciencia, Vitrubio, ha sacado de éllas todo su saber, todo el numen prodigioso que ha legado á la posteridad.

La Arquitectura es pues una Ciencia adornada de varias otras que dan al arquitecto mucha erudición y cierta especie de dignidad y nobleza; pues Platón decía: "*Arquitectura es el arte de imperar*;" y la misma voz griega significa: preeminencia ó *príncipe, cabeza de los artífices*. Si, pues, el arquitecto puede formar juicio cabal sobre las obras de todas las artes, es claro que está adornada su inteligencia de ciencias que le dan una perfección especial para formar ideas completas acerca de las cosas. Mas si el mismo Dios es llamado Arquitecto, Artífice y El mismo infundió su Espíritu á los que designó para sus arquitectos, se deduce que la Arquitectura es una de las ciencias cuya excelencia es manifiesta.

64. Consecuencia.—De todo lo dicho se infiere que el estudio de la Arquitectura es laborioso y algo complicado, pero muy digno y propio de personas amantes de lo grande, de lo bello y de los que pretenden obtener mérito personal para distinguirse del común de los hombres. Antiguamente se miraba la Arquitectura como cosa divina, y eran tan raros los arquitectos, que Platón hablando de los arquitectos griegos, dijo: “*que se podría hallar un Mecánico por cinco ó diez minas; pero un Arquitecto apenas se hallaría por diez mil.*” Los príncipes griegos y romanos, honraban á los arquitectos que se distinguían por sus obras, erigiéndoles estatuas, dándoles libertad, concediéndoles títulos de nobleza y de ciudadanos; condecorándoles con medallas valiosísimas, y en fin, llenándoles de honores y riquezas. En todo tiempo y lugar ha dependido de los Jefes de las naciones, el progreso ó la decadencia de las ciencias y bellas artes; y para no ir muy lejos, basta observar en nuestra carísima Patria, que durante su *Autonomía*, no tenemos sino un *Magistrado* que procuró decididamente el progreso científico. Este fue *García Moreno* que fundó la Escuela Politécnica, y que con ese objeto trajo, á toda costa, sabios profesores alemanes y pagó sueldos á estudiantes para infundirles amor á las Ciencias, que por entonces eran desconocidas, absolutamente, en el país. De esta Escuela salieron los primeros Ingenieros, Arquitectos, Topógrafos, Geólogos y Químicos que para representar las Ciencias exactas y naturales viven unos y otros, por desgracia, han muerto.

CAPITULO II

MATERIALES DE CONSTRUCCION

SECCION 1.^a.—DE LAS MEZCLAS Y SU EMPLEO

65. Clases de materiales de construcción.—En Arquitectura se consideran cuatro clases de materiales de construcción; esto es, las sustancias que se emplean en las fábricas son: 1.^a, las cales, arenas, puzolanas, arcillas y todas

las sustancias que mezcladas entre sí, forman los cementos ó morteros que unen las piedras ó ladrillos; 2.^a, las piedras naturales, artificiales y los adobes; 3.^a, las maderas; y 4.^a, los metales simples y compuestos ó aleados.

Sin las mezclas de las que nos ocupamos en esta sección, serían de poco provecho las piedras y ladrillos para las fábricas; porque aquellas son las que unen en un sólo cuerpo las diversas piezas separadas, que se encuentran en la naturaleza ó que se las preparan artificialmente.

66. Cal.—Es uno de los productos, que se encuentra en casi todas partes del globo con más ó menos abundancia y hasta en masas que forman montes enteros; pero rara vez se halla completamente pura, siempre está combinada con ácido carbónico, sulfúrico y ácidos minerales. El carbonato de calcio ó caliza común, es lo más á propósito para extraer sales que sirvan para hacer mezclas, se lo encuentra bajo mucha variedad de formas con poca ó ninguna semejanza exterior; su grano es grueso, fractura desigual y color más ó menos claro gris.

Calcinado el carbonato de calcio se descompone en anhídrido carbónico que se evapora, y en polvo óxido de calcio que se vuelve casi blanco ó de un color claro, al que llaman *cal viva* ó *cal cáustica*; cuyo último término nace de quemarse aparentemente el carbonato; porque el óxido tiene tal disposición de volver á unirse con el ácido carbónico y humedad que los perdió por la acción del fuego, que puede aun destruir la carne que se ponga en contacto con él, para amalgamarse con el agua y ácido carbónico que la carne los tiene.

67. Extinción.—El apagado de la cal se hace de tres modos: llamados *ordinario*, *por inmersión* y *espontáneo*. La *extinción ordinaria* se verifica, poniendo la cal recién sacada del horno en un tanque vacío, á la que se cubre con una cantidad conveniente de agua: al momento se abre la cal con ruido, se hincha, esparce vapores ardientes y forma una lechada espesa; en cuyo caso se dice que la cal está *fundida*, *colada* ó *apagada*.

Para conocer la cantidad de agua necesaria para la

extinción de la cal, se toma un trozo de cal viva, se pesa exactamente, se coloca en un vaso y se vierte sobre élla una cantidad indeterminada de agua; luego se la decanta con cuidado y se pesa la pasta ó cal apagada que se halla en el fondo del vaso. La diferencia de peso que hay entre la cal apagada y la viva, determina el peso del agua absorbida, que reducido á volumen da la proporción fija del agua para el apagado de la cal.

El aumento de volumen de la cal viva por efecto de la extinción, se obtiene facilmente colocando una piedra de esta cal en un vaso y encima arena hasta llenarlo; después, en el mismo vaso se apaga la cal separándola de la arena, y sobre esta cal ya decantada se vuelve á poner la misma arena; la parte que no quepa en el vaso, reducida á volumen, es la medida del aumento de la cal viva.

Para conservar en la cal apagada las propiedades betuminosas ó de soldadura, se debe evitar reducirla al estado lechoso y sólo tenerla en pasta; porque es mejor tener que aumentar agua para hacer las mezclas que emplear la cal liquidada.

68. Extinción por inmersión.—La cal viva reducida á pequeños pedazos se coloca en una cesta, se zabelle ésta en agua, durante algunos segundos y se la retira antes de la liquidación; entonces la cal se funde con ruido, se hincha, produce vapores ardientes y cae hecha polvo ó queda apagada. El aumento de volumen por este método es mejor que por el ordinario: produce de 1.10 á 1.60 por 1.

69. Extinción espontánea.—Esta consiste en dejar la cal viva sujeta á la acción lenta y continua de la atmósfera; porque después de algún tiempo se reduce á polvo muy fino sin desprendimiento de vapores visibles, pero sí con un ligero calor. Depende este apagado del estado de la atmósfera, pues si está saturada de vapores de agua, se apaga á los quince ó veinte días. La hinchazón ó aumento de volumen por este método es el doble y aun hasta 3.50 por 1. Como se ve es diferente el aumento según los tres métodos de apagar la cal viva; de donde se infiere, que volúmenes iguales de una cal cualquiera

en pasta y de igual consistencia, pero apagada por procedimientos diversos, no contienen ni la misma cantidad de cal ni de agua ni pueden ser de la misma calidad; y por consiguiente, las cales aún de la misma calera tienen diversas propiedades según el modo de prepararlas.

70. Otro método de apagar la cal.—Este fue muy usado en la antigüedad y se lo recomienda como el más adecuado por sus excelentes resultados, es el siguiente: hágase en tierra una excavación y échese en esta, la cantidad de cal que se quiere apagar; en seguida cúbrase igualmente por todas partes con una capa de arena, cuidando que en ningún caso quede destapada la cal ni por un espacio pequeño. Hecho esto, se vierte bastante agua sobre la arena, para que la cal que está debajo vaya disolviéndose ó formando pasta sin quemarse, lo cual sucedería si no se le echase el agua necesaria. Si se nota que la arena se hiende y abre paso al humo que se desprende, se vuelve á cubrir la abertura con más arena, mediante esta preparación se convierte la cal en una masa tan grasa, que al batirla no será tan fácil sacar el instrumento con el que se manipula. Para esta cal hay que buscar la proporción de arena para hacer la mezcla, que en todo caso admite mayor cantidad que ninguna otra. Se conoce si la cal está bien apagada, metiendo un cuchillo dentro de élla; si se encuentra pedruzcos, es señal que no está bien apagada; si se saca limpia la hoja, falta agua; y si sale untosa y con grasa blanca, la cal está bien deshecha ó bien apagada y con propiedades betuminosas.

71. Otro apagado.—Según la calidad de cal se la cubre con toda la arena que debe entrar para formar el mortero; lo cual se hace en fosos ú hoyos practicados para el efecto; luego se pone el agua necesaria hasta que se remojen las dos sustancias, después de algún tiempo, resulta una masa tan dura como una piedra calcárea que para usarla, es preciso romperla. Esta mezcla hace tan buen mortero hidráulico, que con preferencia sirve para sótanos y cloacas sin otro material que cascajo de cantera; y alguna vez, con un aumento pequeño de cal apagada.

En todo caso conviene guardar en fosas la cal bien cubierta de arena; porque de lo contrario, se evapora, cambia de naturaleza y pierde la fuerza de hacer cuerpo ó fraguar en la mampostería.

72. División de cales.—Las cales que se emplean en construcciones, se dividen en cinco clases: 1.^a, cales gordas ó grasas; 2.^a, cales magras, flacas ó delgadas; 3.^a, las medianamente hidráulicas; 4.^a, las hidráulicas; y 5.^a, las sumamente hidráulicas. Las primeras, son las que apagadas producen el doble ó más volumen que el de la cal viva, y sumergidas en el agua no se deshacen tan pronto. Las segundas, no doblan el volumen, se deshacen en el agua facilmente y no tienen la propiedad betuminosa como la anterior. De estas dos clases de cales ya hemos tratado, son las que producen el carbonato de calcio sometido al fuego. A estas cales pertenecen las que se extraen de las conchas de los Moluscos: cefalópodos, pterópodos y sus especies; de sus restos se forman islas y se encuentran en las riberas de los mares y como fóciles en terrenos sedimentarios en grandes porciones. Depende del modo de calcinar las conchas para obtener cales grasas, magras y aun hidráulicas. Las tres últimas especies se hinchan ó aumentan muy poco de volumen, pero no se deshacen en el agua y son las siguientes:

73. Las cales medianamente hidráulicas.—Se hacen duras á los quince ó veinte días de inmersión y continúan endureciéndose, pero en cada intervalo de tiempo algo menos, especialmente, después del sexto ó séptimo mes; al año quedan con la resistencia semejante á la de jabón seco, se disuelve aunque con dificultad en el agua y llegan al mismo término que el de las cales flacas.

74. Las cales hidráulicas.—Se endurecen á los seis y ocho días de inmersión y continúan solidificándose hasta el año, tiempo en que toman la resistencia de rocas blandas: entonces no se disuelven en el agua y su aumento de volumen es pequeñísimo.

75. Las cales sumamente hidráulicas.—Fraguan á los dos ó cuatro días de inmersión, al mes están completamente duras é insolubles y a los seis meses, son como las piedras calcáreas, cuyos paramentos pueden labrarse y á

golpes saltan briznas, siendo su fractura escamosa ú hojosa y el aumento de volumen casi nulo.

76. Cementos.—Las cales así llamadas no se dilatan, pero reducidas á pasta por maceración fraguan rápidamente, de tal manera que con algunas de esta clase no se puede trabajar, porque se endurecen ó solidifican antes de poder usarlos en las fábricas, como sucede con el yeso: es preciso mezclar el cemento con cal y arena para que dé tiempo á emplear la mezcla.

77. Puzolanas [85].—Estas son unas especies de cementos hidráulicos que por extinción, casi no aumentan de volumen, y reducidas á pasta en combinación con cal grasa, adquieren en el agua y en pocos días, la dureza de rocas calcáreas y después de algun tiempo aún mayor resistencia que éllas.

El color de las cales y puzolanas influye poco en su calidad y se presentan blancas, grises, amarillentas, morenas, etc., según el ácido que se halle en su combinación.

78. Experimento.—Para conocer la calidad de las rocas calcáreas, póngase un pedazo de ellas á la acción del fuego en una fragua alimentada con carbón de leña, así que la piedra esté roja se la sumerge en agua pura; y si al cabo de ocho ó quince días tiene tal dureza, que resista á la impresión del dedo, la piedra dará cal hidráulica; pero si se forma una pasta blanda produciría cal grasa.

79. Propiedad hidráulica.—Hecho el análisis de la cal, resulta: 1º, que la propiedad hidráulica se debe á la formación del silicato de cal, por medio del fuego; pero esta propiedad adquiere, cuando el sílice está reducido á una tenuidad extrema en combinación con el carbonato de cal: 2º, que las proporciones para que tenga la calidad hidráulica, son: una de sílice, una de magnecio y una de alúmina.

80. Proporción de sustancias.—Para obtener cales hidráulicas artificiales, es necesario mezclar la cal pura con una parte de sílice y alúmina, ó simplemente con arcilla, en las proporciones del siguiente cuadro:

		Arcilla	Cal
Cales	medianamente hidráulicas, desde	0,10	—0,90
	“ “ hasta	0,20	—0,80
	Eminentemente “ “	0,30	—0,70
	límite	0,34	—0,66
	Cal cemento entre,	0,40	—0,60
	al límite	0,61	—0,39
Puzolanas entre,	0,70	—0,30	
al límite,	0,90	—0,10	
Cemento ordinario,	0,91	—0,09	

Reconocida la clase de piedra y analizada químicamente, se conocerá á que especie pertenece cada una, según la proporción de sus componentes.

81. Cales hidráulicas artificiales.—En algunos lugares es necesario usar de cal hidráulica, pero no se tiene en todas partes dicho material, y si se encuentra, cuesta mucho. Se debe emplear mezcla hidráulica: 1º, cuando hay que construir en parages húmedos ó dentro del agua; 2º, cuando se deba emplear mezclas energicas y de tal clase, que resistan al rozamiento de aguas corrientes; y 3º, cuando la naturaleza del trabajo exige que las mezclas adquieran en pocas horas la consistencia suficiente. En estos casos conviene hacer cales hidráulicas artificiales, según los procedimientos siguientes:

82. Primer método.—Las cales comunes y las grasas se mezclan en las proporciones: 0,20 de arcilla por 100 de cal para cales medias; de 0,10 á 0,15 de arcilla para cales que tienen alguna propiedad hidráulica; mas, si se aumenta la cantidad de arcilla de 0,33 á 0,40, el mortero pue resulta no se dilata, pero se pulveriza facilmente y mojado forma una pasta que se endurece pronto y aún más puesta debajo del agua.

Las mezclas en las proporciones indicadas, dan cales hidráulicas artificiales con doble ó simple cochura ó calcinación, y para conseguir esto se amasan las dos sustancias con un poco de agua, se forma de la pasta bolas ó prismas como ladrillos y se dejan secar para cocerlos convenientemente. Siendo diferentes las proporciones, se puede dar á la cal artificial, el grado de energía que se desee

hasta encontrar cales hidráulicas artificiales semejantes ó mejores que las naturales.

No se suponga que la arcilla quemada aparte y después mezclada con la cal común en las proporciones dichas, dé el mismo resultado que cuando estas dos sustancias se mezclan antes de la calcinación; pues, el fuego modifica y constituye en la mezcla tales principios que da un compuesto que goza de nuevas propiedades.

83. Segundo método.—El procedimiento para obtener cales hidráulicas artificiales, consiste en sustituir á la cal, sustancias calcáreas muy blandas como la tiza ó toba fóciles para humedecer y amasar las mezclas con el agua. La proporción se debe buscar en cada lugar, porque las tizas tienen diferentes propiedades en los varios lugares que se las encuentran. De esta mezcla resultan grandes ventajas económicas, aunque la cal sea de inferior calidad, se hacen morteros de toda clase y para toda construcción.

84. Arenas.—En la naturaleza se encuentran varias clases de arenas, cuyos caracteres demuestran las rocas de las que han sido disgregadas ó desprendidas por la acción continua de las aguas y demás causas que influyen en la sucesión de los tiempos; así, según el origen hay arenas cuazosas, feldespáticas, calcáreas, síliceas, arcillosas, etc.; las cuales son más ó menos irregulares, de mayor ó menor magnitud y se hallan mezcladas con cementos arcillosos ó metálicos. Se llaman arenas fóciles ó de minas, las que se conservan en bancos, formando grandes capas en terrenos secundarios y son las mejores para mezclas. Arenas de ríos, son las arrastradas por las corrientes de aguas en los cauces respectivos, son también muy buenas para hacer mezclas y las más usadas entre nosotros en las construcciones de toda clase. Las arenas de mar, sirven para las fábricas, lavándolas repetidas veces, con el objeto de quitar la parte salina que ellas contienen.

Las arenas, según sus dimensiones, se dividen en: arena fina, la que es del espesor de un milímetro ó menos; gruesa, la que presenta el grano igual al de la pólvora ordinaria, hasta la que tiene dos milímetros de diá-

metro; y finalmente, llaman *grava*, á la arena que tiene de 5 á 15 milímetros de diámetro.

Hay arenas de diferentes colores, pero el color, nada decide sobre la buena ó mala calidad de éllas; y por esto sólo debemos atender al grano que no sea terroso ni graso sino limpio; de modo que estregándole en la mano rechine. La arena de grano blanco y la de gris azulino, ordinariamente, está menos cargada de tierra y puede emplearse con seguridad cuidando que sea gruesa; porque si es de grauo fino no hace cuerpo con la cal y el mortero hecho con élla, se reduce á polvo dentro de poco tiempo.

Para conocer si es buena la arena, se echa un poco en un vaso con agua clara, se la mueve con los dedos, y si el agua se hace negra ó sucia, es señal que la arena es grasa ó terrosa, y por consiguiente mala; al contrario, si el agua queda casi limpia, puede, con toda seguridad, emplearse en las mezclas.

85, Arenas puzolanas.—Son productos volcánicos pulverulentos y granujientos, provienen de la descomposición de las lavas porosas, como de la piedra pomez ó de las rocas duras como los basaltos. El color es vario: hay puzolanas blancas, negras, oscuras, grises, morenas, grises verdosas, violetas, etc. La composición de las puzolanas no es la misma; pero se encuentra con frecuencia: sílice, alúmina en la mayor parte, cal, magnesia, potasa y hierro. Puede considerarse como puzolana natural, una especie de arena fócil, arcillosa cuyo color varía del rojo oscuro al rojo amarillento y aún al ocroso. Esta clase de arenas está repartida con profusión en la naturaleza, de grano irregular y poroso, por lo general, de diámetro variable, desde la arena fina hasta la grava, se las encuentra envueltas ó rodeadas de cemento calcáreo y arcilloso, de colores ténues rojisos ó amarillentos. De estas puzolanas hay en toda la sierra de la República del Ecuador, por ahora, sin ninguna aplicación práctica, pero nos queda la esperanza de que, con estos datos, se apreciará este material precioso, muy pronto, y se sacará de él abundante riqueza.

Cocida la arena puzolana se consigue que frague

pronto la mezcla de élla con otros materiales; y en todo caso debe preferirse la coción para su empleo en las construcciones, que usarlas en estado natural.

86. Puzolanas artificiales.—Las arcillas y basaltos bien calcinados; las escorias de herrería, las cenizas de turba, de ulla y del bagazo de caña de azúcar; el polvo de tejas y ladrillos, las tierras ocrosas de cementos, reemplazan á las puzolanas naturales, dando á la argamasa mezclada con cualquiera de estas sustancias y cal, una energía más ó menos poderosa, según la proporción de las partes que compongan el mortoro.

87. Puzolana artificial de arcilla.—Se forma de tres partes de cal y de siete hasta nueve de aquella, amasada la mezcla, se reduce á pasta suave, se amolda en forma de prismas y se los deja secar diez ó quince días á cubierto de las lluvias; después de lo cual, se calcina convenientemente en treinta ó cuarenta horas; y para emplearla se trituran los prismas, se hace la argamasa mezclando con uno de cal y nueve del polvo calcinado, pero si fragua pronto se usa pura la combinación.

88. Cemento romano.—Es un material calcáreo arcilloso, que se emplea con grandes ventajas en las construcciones hidráulicas, y en las aéreas adquiere casi instantáneamente una dureza é impermeabilidad singulares; la adherencia respectiva á los materiales de construcción es grande á la que no llegan otras mezclas hidráulicas. Una clase de cemento romano, hecho su análisis químico dió: 64 de carbonato de clacio; 1,5 de carbonato de magnesio; 11,5 de carbonato de hierro; 14 de sílice; 6 de aluminio y 3,5 de agua y otras sustancias orgánicas. Para emplear este cemento se mezcla con un poco de arena que le hace más consistente y más económico, no fragua muy pronto y se trabaja con facilidad: este cemento usado puro, se resquebraja mucho por la solidificación instantánea.

(Continuará).