

Sobre este lecho, preparado como se ha indicado, se colocan inmediatamente los bloques, apretadas las juntas y con una superficie superior bien unida.

Colocación de los bloques.—Los trabajadores que realizan esta operación están de pie sobre la obra ya ejecutada y no sobre el lecho de mortero; el trabajo va, pues, al contrario de lo que se hace en todos los pavimentos.

Los bloques se colocan según el bombeo prescrito. Este bombeo puede obtenerse con mucha facilidad gracias á la regularidad del revestimiento; depende también de la anchura de la calzada. Para calzadas de 5 metros, conviene muy bien un bombeo de $\frac{1}{60}$, mientras que para anchuras mayores, los bombeos $\frac{1}{80}$ á $\frac{1}{100}$ bastan ampliamente. Hay que observar, por otra parte, que cuanto más pequeño es el bombeo más fácil es la circulación, porque los conductores de los vehículos no tratan de colocarse en el eje de la calzada, de donde resulta menos perjudicado el revestimiento.

Las juntas de los bloques deben ser normales al eje de la calzada. Las juntas normales deben ser regulares y tan reducidas como sea posible. Se procede al ajustamiento de las líneas como para los pavimentos de madera.

Para evitar que las líneas se deformen, se introduce en las juntas cada 6 ó 7 metros una lámina de acero de 37 milímetros por 5 milímetros, que penetra parcialmente en el lecho de mortero. La junta se llena en seguida de alquitrán muy espeso y caliente.

Inmediatamente después de la colocación se cubren los bloques con arena bien limpia y seca, pasada por el tamiz de $\frac{1}{8}$ de pulgada. Se deja una capa de arena sobre el pavimento durante un mes, de manera que por efecto del tráfico la arena se deposita sobre las juntas.

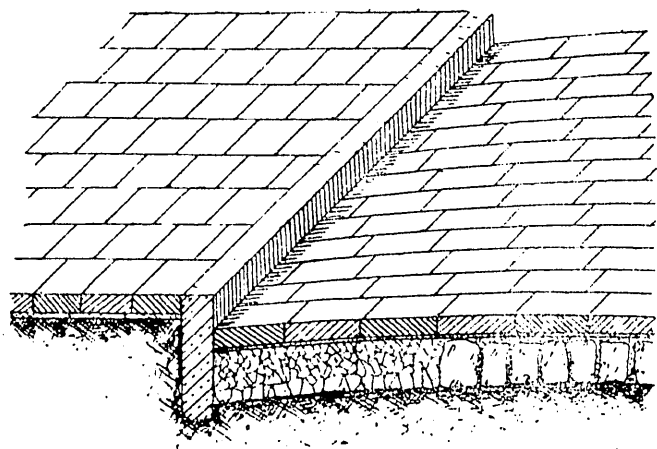


Fig. 3.ª

La colocación de los bloques no requiere conocimientos especiales, de modo que se puede emplear en ella trabajadores cualesquiera.

La figura 1.ª muestra claramente como efectúan esta operación los trabajadores, y las 2.ª y 3.ª representan una calzada con bloques asfálticos de 2 pulgadas sobre 4 pulgadas de hormigón y $\frac{1}{2}$ de mortero y una de iguales bloques sobre un afirmado como fundación y una pulgada de mortero respectivamente.

Se comienza generalmente por la izquierda. Se colocan las líneas normales determinando el trozo por bloques, $\frac{2}{3}$ y $\frac{1}{3}$ de bloque. A la derecha, los soladores no terminan las líneas; un trabajador especial continúa el trabajo y corta los bloques según las dimensiones medidas sobre el terreno.

Sin que se exijan conocimientos especiales, algunos trabajadores llegan á tener una gran habilidad; de modo que colocan hasta 50 metros cuadrados de bloques por hora ó sea 400 metros

cuadrados por jornada de ocho horas. Claro es, que tienen ayudantes que les llevan los materiales á la mano.

Para terminar diremos que, según M. Brondeel el revestimiento con bloques asfálticos es uno de los sistemas de calzadas modernos llamados á un gran desarrollo, vistas sus múltiples ventajas, en tanto que su precio no sea muy elevado. El autor cree poder afirmar que este precio debe ser sensiblemente inferior al de los pavimentos de piedra, al menos para los bloques de dos pulgadas que convienen en casi todos los casos. El de tres pulgadas no se exige más que para el tráfico excesivo y muy pesado.

En los Estados Unidos son muchas las poblaciones que emplean esta clase de pavimentos; sin entrar en detalles diremos que el número de bloques asfálticos colocados por la Hartings Pavement Company hasta el 1.º de Enero de 1911 era de 3.788.890, y que los contratados hasta el 1.º de Septiembre del mismo año era de 323.526; á este número hay que agregar el de los bloques asfálticos procedentes de las fábricas de la Internacional Pavement Company, colocados en varias poblaciones y que suman 5.441.756 lo que hace un total general de 9.544.172 bloques asfálticos.

SISMOLOGÍA É INGENIERÍA

La lectura de la obra moderna *La Science Seismologique*, del Conde de Montessus de Ballore, y el recuerdo de otros notables trabajos, que leí en Filipinas, del P. Miguel Sederra Masó, Director de la sección sísmica del Observatorio de Manila, y de los distinguidos Ingenieros de minas Sres. Abella y Centeno, han desentumecido mi perezosa y pobre pluma, ante la esperanza de que este trabajito sobre Sismología aplicada, en el que apuntaremos la influencia de los modernos estudios sismológicos en la Ingeniería, pueda servir de motivo para otros trabajos más profundos y más completos y, por lo tanto, claro es que no serían míos.

Dividiremos estos apuntes en tres partes: la primera vendrá á ser una sucinta reseña de la historia de la Sismología; en la segunda parte diremos algo sobre las modernas teorías de los megaseismos ó temblores de tierra destructores, y, por último, en otro artículo sobre la Sismología aplicada nos ocuparemos especialmente de las construcciones diversas en las zonas inestables.

En pocos años la Sismología ha ensanchado sus fronteras, gracias al descubrimiento y aplicación de los aparatos que miden los movimientos sísmicos, pasando del empirismo á ser una ciencia. Hoy se sabe que un movimiento sísmico iniciado en cualquier parte de la tierra se transmite haciendo vibrar toda la superficie del planeta.

La observación ha demostrado, según los últimos estudios hechos, que no siempre es aplicable la teoría fundada en la noción del epicentro, punto donde se inicia y desde el que se propaga el movimiento sísmico.

Las dos ramas de esta nueva ciencia son la tectónica y la física, pudiendo dividirse la Sismología en tres partes: 1.ª La que se ocupa del estudio de los macrosismos ó temblores de tierra sensibles que reconocen siempre origen geológico. 2.ª Los microsismos ó temblores de tierra, no siempre de origen geológico, más bien meteorológico, estudiando aquí los modernos métodos de medida y el análisis del movimiento sísmico. En los estudios sismológicos se hace abstracción de los braindisismos ó movimientos lentos de la corteza terrestre, pues debidos más bien

á variaciones en la dirección de la gravedad, corresponde su estudio á la Geodesia. 3.^a Los negasismos ó temblores de tierra destructores.

Reseña histórica.

Hasta poco ha, incluso en el Japón, cuna de la ciencia sísmológica, seguía la leyenda mitológica de atribuir los temblores de tierra á movimientos más ó menos violentos de animales fantásticos y gigantes fabulosos en cavidades subterráneas.

Los filósofos griegos y romanos creían causa de los temblores terrestres los cuatro elementos: agua, fuego, tierra y aire, ó combinación de ellos. La acción del agua la suponían ejercida en los desbordamientos de ríos internos, socavando los soportes ó pilares de la corteza terrestre; la del fuego consiguiente á grandes tempestades internas, originadas por el choque de masas de aire caliente y condensado, equiparando la tierra á un viejo edificio cuya base va minando el fuego: creían aquellos filósofos que al buscar salida el aire interior abría y ensanchaba vías de expansión, moviendo la corteza terrestre, amortiguándose con el tiempo la energía de las sacudidas y señalan también como causa de aquéllas la constante evaporación producida en el suelo por la acción del calor solar, combinada con la interna y análoga del fuego interior, originándose como consecuencia fuertes corrientes de aire á las que cedía la corteza terrestre.

Demócrito de Chios (siglo V a. de J. C.), con genial intuición, opinaba que descendiendo bajo la acción de la gravedad una parte de la tierra, para conservar el equilibrio se elevaban otras. Por entonces se estimaban tan íntimas las relaciones entre la Meteorología y los temblores de tierra que se creía que éstos seguían el ciclo de las tempestades, siendo por lo tanto aquéllos como éstas más frecuentes en otoño y primavera.

Nada adelantaron estos estudios en la Edad Media y poco en la Moderna, hasta mediados del siglo último, iniciándose entonces los albores de esta ciencia moderna con los progresos de la Física, Química y de la Geología, fundamentando principalmente las atrevidas hipótesis de la Sismología moderna en la observación.

Paralelamente se desarrollaron las teorías telúrica, volcánica y química, que atribuían los temblores de tierra, á la electricidad telúrica, á los fenómenos volcánicos y á los fenómenos explosivos, basados en la fluidez del núcleo central, fenómenos que, aunque proceden de una primera causa común, hoy se sabe que tienen entre sí poca relación.

Teorías nuevas.

Por los estudios de Geografía sísmológica, se conoce la íntima relación que existe entre los temblores de tierra y los fenómenos geológicos: se puede asegurar que toda fractura ó falla es el testimonio de un temblor de tierra fósil, locución aplicada por Pavlov al caso de los diques de arenisca. Hay que distinguir entre las fallas ó fracturas con desplazamiento vertical, que son perturbaciones geológicas, profundas, y las grietas ó socavones que pueden ser superficiales y debidas á movimientos sísmicos horizontales. Estas últimas se presentan en los ríos, canales y en general en los escarpes y en los valles, y se forman donde el suelo es suficientemente comprensible, siendo generalmente paralelas á los escarpes. Los grandes temblores de tierra no solo agitan corteza terrestre, sino que producen fallas, alcanzando la dislocación algunas veces centenares de kilómetros. Los temblores de tierra son la causa y origen de los diques de areniscas: rotas ó fracturadas las rocas, al iniciarse los movimientos sísmicos que

generalmente son en series paralelas, viene luego el plegamiento, después, si la roca sufre erosiones, por resistir menos á los agentes atmosféricos, aparecerá pronto el dique de tierra fósil ó de relleno sedimentario.

Los temblores de tierra suelen perturbar el régimen de las aguas y de las fuentes, comprobándose algunas veces cambios en la temperatura del agua. Preséntanse también con desprendimientos de gases y resplandores siendo uno de los más interesantes efectos de los terremotos las eyecciones de fangos, arenas y agua.

Lo mismo que los diques de areniscas corresponden á temblores de tierra fósil, debemos suponer de los pozos del cabo Dwlban en las costas de Anglesey, descubiertos y estudiados por Greenley. Dichos pozos, según Hobbs, volcanes de fango debieron ser abiertos por un temblor de tierra en la época en que la caliza que perforó estaba aún en estado plástico, endureciéndose al aire libre y rellenando el pozo las areniscas superiores.

Al mismo tiempo y en los mismos lugares se producen las eyecciones de arena y agua por los craterlets sísmicos y las ondas ú olas visibles que mueven las planicies diluviales, sucediéndose á continuación los terremotos ó temblores de tierra destructores.

Las olas sísmicas han sido descritas por Sapper con motivo de los temblores de tierra en Guatemala del 18 de Abril de 1902: un muelle ó wharf, apoyado en columnas metálicas tomó una forma ondulada en la 6/7 partes de sus 100 metros de longitud, produciéndose igual efecto en el puente del ferrocarril sobre el río Ocos: la ondulación era de 30 metros por 0,30 de altura. La velocidad de la onda fué solamente de 4 metros por segundo, debiendo recordar que la de los grandes movimientos sísmicos alcanza cifras superiores á 500 metros por segundo.

Toda la antigua sísmología se apoya en la teoría de que los sismos emanaban de un punto ó de un espacio reducido que se denominaba epicentro. Los modernos aparatos sísmográficos ponen de manifiesto el hecho de que los movimientos sísmicos son consecuencia de conmociones simultáneas de grandes masas ó compartimientos de la arquitectura terrestre. No puede decirse que esta teoría de Hobbs es completamente nueva, puesto que se observaron ya antiguamente algunos temblores producidos simultáneamente sobre grandes superficies: «Dice Puiseux acerca de las formas poligonales de la Luna». La idea de que la corteza planetaria sea dividida en gran parte de su superficie en compartimientos angulosos, dotados de relativa independencia, acaso la juzguen algunos nueva y aventurada, pero no causará, creo, ninguna sorpresa á los geólogos que han estudiado el trazado de las fallas, el mecanismo de los temblores de tierra, la disposición de las mesetas antiguas anteriores al depósito de las capas estratificadas, y los frecuentes casos de paralelismo de las cadenas de montañas.

Después de estudiar cuidadosamente los grandes terremotos y los daños que produjo en Calabria el de 8 de Septiembre de 1905, Hobbs enuncia las siguientes conclusiones:

- 1.^a Las más notables dislocaciones superficiales de la corteza terrestre no se producen más que por temblores de tierra, estando aquellas en relación con la intensidad del sismo.
- 2.^a Las dislocaciones son generalmente de dos órdenes; las del primero no han pasado hasta ahora del número de tres, mientras que las otras suelen ser muy numerosas.
- 3.^a Las dislocaciones sísmicas son fallas cuya inclinación se aproxima á la vertical.
- 4.^a Se ha observado en muchos casos desplazamiento lateral considerable á lo largo de los planos de dislocación.
- 5.^a Los movimientos de la corteza terrestre que se manifiestan

tan en la superficie, cuando se produce un temblor de tierra, parecen debidos á ajustes ó encajamientos de los compartimientos individuales al tomar su posición de equilibrio.

Esta última conclusión es la síntesis de la nueva teoría en oposición á la antigua de los epicentros.

Hobbs hace notar el gran número de coincidencias entre las líneas sísmicas y tectónicas. Harboe, en su obra editada en 1905, *A study of recent Earthquakes* da una forma nueva á su teoría de líneas epifocales, al aplicarla á los países escandinavos, haciendo observar que las líneas medias de movilidad sísmica coinciden con las de cambios de nivel seculares. Generalizando esta ley quedaría establecido un estrecho enlace entre las observaciones de Hobbs y esta teoría de Harboe.

El Ingeniero de Minas Abella, en el estudio de los temblores de tierra de Filipinas, y el no menos culto Ingeniero, también de Minas, Sr. Centeno, hacen observar la dificultad de graduar la intensidad de los movimientos del suelo por las distancias al punto de donde se propagaron, haciendo notar el segundo la muy diferente intensidad sísmica de aquellos temblores de los dos distritos que separan el río Pasig, apreciaciones ambas cuya interpretación es la confirmación de la nueva teoría de que aquellos movimientos sísmicos fueron de conjunto, y por compartimientos, entre las dislocaciones que los limitaban, para volver á encontrar por encajamientos sucesivos su equilibrio roto, produciéndose las roturas á lo largo de accidentes y verificándose en general la coincidencia de los lineamientos estructurales y las líneas sísmicas.

La nueva teoría denominada tectónica muestra que las mismas circunstancias geológicas conducen á las mismas condiciones sísmicas de estabilidad ó inestabilidad.

Rzehark aboga en favor de la teoría tectónica señalando numerosos hechos observados en las minas y trabajos de túneles en los cuales los bruscos desprendimientos ó descomposiciones de las capas, originados por los vacíos debidos á la explotación misma, han producido verdaderos temblores de tierra.

Los Bergschlaje de los Ingenieros de minas alemanes, muy frecuentes en el valle de Dortmund los describen así: «una denotación de arma de fuego seguida de una fuerte presión de aire; las capas de hulla se separan denotando y las masas carboníferas reducidas á granos finos son proyectadas en las galerías; las entibaciones caen, sin romperse en general; el techo suele quedar intacto; produciéndose en la superficie manifestaciones sísmicas acompañadas de ruido de truenos».

Los fenómenos sísmicos son, dice Montessus, el resultado de la liberación de las compresiones orogénicas de las capas terrestres, cuando alguna parte de las mismas acaba por ceder al esfuerzo que soporta; siendo interesante hacer observar, que los pseudo-sismos que han podido ser mejor observados é interpretados, son los que han aportado poderosos argumentos en favor de la teoría tectónica de los verdaderos sismos.

No terminaremos este primer artículo, sin hacer algunas indicaciones de carácter geológico sobre los movimientos sísmicos en esta zona, cuya geología han estudiado en líneas generales los reputados Ingenieros Sres. Adaro, Rubio y Valle, y los distinguidos Catedráticos de la Universidad Central D. Odón de Buen y D. Lucas Fernández Navarro. Este último publicó algunos interesantes trabajos físico-geológicos de la Península de Tres-Forcas, marcando en ellos la existencia de un arco eruptivo-andesítico desde el Cabo de Tres-Forcas á Cabo de Agua, que rodea el hundimiento del Mediterráneo occidental, señalando el enlace de aquella península y Cabo de Gata con los restos del volcán submarino que constituye el islote de Alborán; y apreciando en el

fondo de aquel arco la masa eruptiva del Gurugú, cuyo punto más avanzado al E. es el Atalayón.

¿No podría marcar la zona silúrica, en contacto con la eruptiva en este arco, el límite escarpe ó línea sísmica y á la par estructural de esta zona?

La línea tectónica poligonal estaría formada por la que limita esta faja Norte-Sur del escarpe de la península de Tres-Forcas, la que señala el escarpe del Gurugú hasta la fuente de Tarka entre el Atalayón y Nador (geiser, á juicio nuestro); la que marca la dirección de la línea que une este punto con Nador, siguiendo después la línea poligonal por el monte Afra, envolviendo los montes de Beni-bu-Ifrur, extremo Norte del valle del Garet, hasta cortar el valle del Kert, el que seguiría hasta el mar. La línea en conjunto formaría un cuadrilátero. Este hipotético compartimiento sísmico parece independiente de otro análogo, limitado por el citado valle del Garet, límite Oeste de la llanura del Bu-Areg, montes del Ziata y valle del Muluya.

La constitución geológica y topográfica de esta zona y el antiguo proceso de levantamiento sísmico en que suponemos se encuentra, fundándonos en el hecho de haber disminuído de 12 á 7 metros las sondas máximas de Mar Chica en los últimos veinte años, nos hace pensar si la parte baja del cauce del río Kert cuyas arenas por cierto, creen auríferas los indígenas, habrá sido en otros tiempos la actual llanura del Garet, desembocando entonces aquel río á Mar Chica por el actual cauce del río de Zeluán, variando el curso de las aguas del Kert el levantamiento de la citada llanura.

Aunque justamente pueda juzgarse atrevida nuestra hipótesis, y acaso ligereza imperdonable exponerla sin el debido bagaje de los estudios necesarios, nos mueve el hacerlo la esperanza de con esto dar ocasión á controversia y crítica, de la que, aunque salgamos maltrechos, quedaríamos orgullosos si consiguiéramos dar motivo á que estudiasen esta zona detenidamente los geólogos.

MANUEL BECERRA. (1)

Marcha del desarrollo de la ingeniería eléctrica en 1914.

INGLATERRA

Alumbrado eléctrico.—La gran reducción de alumbrado en las calles y en escaparates ha afectado á los negocios de suministro de energía, pero la disminución así originada en las demandas de alumbrado se ha unido con una reducción de las lámparas de arco y con un aumento en el precio del combustible. Al mismo tiempo pequeñas industrias, como la de sastrería, han solicitado un considerable incremento de fuerza y ha dado por resultado el aumento del factor de carga. De modo que al mismo tiempo que el primero ha bajado la carga de motores ha subido.

La introducción de las lámparas en baño de nitrógeno, que gasta aproximadamente sólo medio wat por bujía, constituye un avance señalado en el alumbrado eléctrico. En un principio las lámparas sólo se hacían para grandes potencias luminosas y bajos voltajes, pero las grandes potencias luminosas eran exigidas y útiles para las necesidades del alumbrado de calles, como intermedias entre las lámparas ordinarias de incandescencia y los arcos. Pero se ha llegado á encontrar que con el uso del argón es posible hacer lámparas de pequeña potencia luminosa, adaptables al alumbrado de habitaciones. Aparece así una etapa se-

(1) Del Boletín de la Asociación de Ingenieros civiles, de Melilla.