

so contrario, una previa eliminación de las cenizas y demás impurezas que pueda contener.

Las proporciones de "filler" más usadas suelen oscilar alrededor del 40 por 100 del peso total de la mezcla. M. Boutet, para expresar la cantidad de "filler", emplea una nueva notación: las proporciones las fija todas en peso, y la cantidad de "filler" de una mezcla la define por el peso de "filler" añadido a cien partes del ligante, y es lo que llama "fillerización"; es decir, que una "fillerización" de 50 indica que la mezcla tiene cien partes de ligante y 50 de "filler". Según Le Gavrian, es más claro aplicar la noción corriente del tanto por ciento expresando la fracción del componente que se encuentra en cien partes del todo, y estima también que este tanto por ciento y demás proporciones debían señalarse en volumen y no en peso, por tratarse de productos utilizados para cubrir cierta superficie con una cantidad determinada de ellos.

Entre las conclusiones más interesantes sacadas de sus trabajos por M. Boutet, figuran las de que, en una mezcla de alquitrán-"filler", la viscosidad crece sensiblemente, como la de una mezcla de alquitrán-betún cuando se hace variar la proporción, sea de "filler" por una parte o de betún por la otra, y la cantidad de "filler" necesaria para espesar el alquitrán hasta cierto grado es menor que la necesaria de betún para el mismo resultado. La semejanza con el alquitrán-betún parece ser más grande usando "filler" carbonoso que "filler" calizo; la susceptibilidad de una mezcla es más grande cuando la viscosidad se obtuvo mediante la adición de brea y no con "filler"; cuando la "fillerización" de los alquitranes se hace con "fillers" calizos, M. Boutet es partidario de mezclar al alquitrán una pequeña proporción de betún. Por último, la mezcla que estima de mejores resultados es: con "filler" carbón, cien partes de alquitrán y 70 de "filler", y con "filler" calizo, 90 partes de alquitrán, 10 partes de betún y 50 de "filler".

En los mismos años M. G. Bedaux hizo ensayos de estas mezclas en la carretera utilizando "filler" de carbón, y, después de varias experiencias y de

vencer dificultades surgidas, llegó a resultados interesantes, primero con mezclas de 350 kilogramos de "filler" por tonelada de mezcla y, últimamente, con mezclas del 44 por 100 de carbón; las densidades del carbón y del alquitrán empleados eran sensiblemente las mismas, y estas proporciones resultaban lo mismo en peso y en volumen.

La operación de la mezcla se hace utilizando aparatos mezcladores y de extensión sobre el firme; se vierte el alquitrán en el mezclador en la cantidad necesaria; se calienta a unos 70°; se empieza a mover el agitador y se añade el "filler" regular y lentamente, evitando la formación de grumos; la temperatura se va aumentando hasta 100 o más grados; la duración de la mezcla depende del tipo del mezclador y de que éste obre sobre toda la masa, por lo que conviene tenga las dimensiones suficientes para ello; el mezclado debe ser continuo, desde que se echa "filler" por primera vez hasta que se termina el riego.

Hasta la fecha la cantidad de estas mezclas que se aplicaron en Francia al riego de carreteras es del orden de 4 000 toneladas, y se utilizaron en riegos de segunda capa. Los estudios y aplicaciones prácticas de este nuevo método permiten estimarlo como un progreso importante en los riegos superficiales, y demuestran que con él se pueden obtener productos que secan muy pronto y cuya consistencia es mucho más estable a las variaciones de temperatura, que absorben con mucha más facilidad la gravilla, son menos deslizantes, y su empleo representa una economía, sobre el de los alquitranes, de un 10 por 100.

Aunque a estos resultados y conclusiones no puede dárseles un carácter decisivo, como es tan racional el principio en que se basa este procedimiento, es digno de que se le dedique la mayor atención.

En definitiva, los riegos superficiales son actualmente un sistema de conservación de carreteras tan ampliamente extendido, que sería muy conveniente que aquí en España se metodizase para que adquiriese su desarrollo completo, con lo que se beneficiaría, en alto grado, el estado de un gran número de carreteras.

Luciano YORDY
Ingeniero de Caminos

El puente de George Westinghouse

En septiembre último fué inaugurado en Pittsburgh el puente de George Westinghouse, que, con su arco central de 140 m de luz, constituye el *record* de América en arcos de hormigón armado.

Con motivo de una visita a esta obra pude recoger algunos datos interesantes, que amablemente me fueron facilitados por Mr. M. R. Covell, ingeniero jefe del Departamento de Puentes de Allegheny County, en Pittsburgh, a cuyo cargo estaba el proyecto y dirección de las obras.

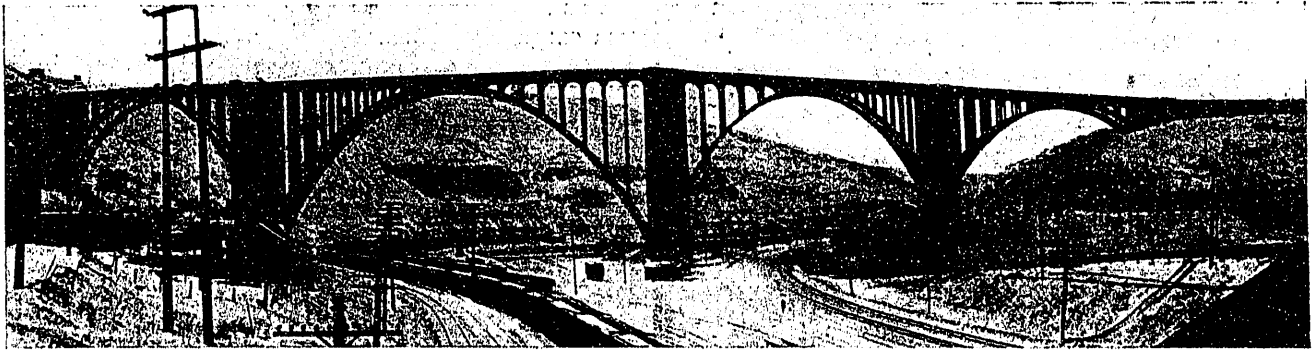
Lleva el nombre del fundador de la Westinghouse and Manufacturing Electric Company, estando emplazado en las proximidades de sus fábricas.

Consta de cinco arcos: uno, central, de 140 m de luz; dos, simétricos, de 90 m, y dos, extremos, de

59,50 y 84,50 m, no simétricos por dificultades de cimentación. La longitud total es 485 m.

En el centro, la altura de rasante es de 60 m. El tablero, con una pendiente de 4 por 100, está proyectado para cuatro vías, con un ancho de 12,80 metros y dos aceras de 2 m en voladizo.

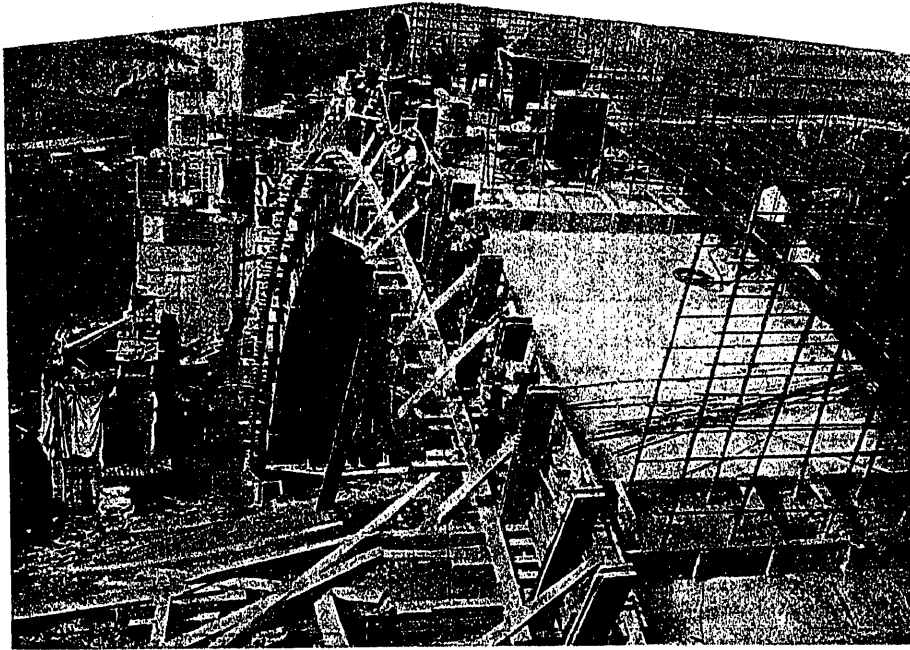
Los arcos son de bóvedas gemelas, sin arriostramiento, de 4,30 m de ancho y espesor variable entre 1,52 m en clave a 3 m en arranque, presentando esta sección transversal, respecto a las de mayor canto y ancho reducido, además de su mejor aspecto, una mayor estabilidad lateral para la estructura y cimbras y una disminución de las tensiones debidas a los efectos de temperatura y retracción de fraguado.



Vista general del puente de George Westinghouse

Las pilas, macizas hasta la altura de arranque de los arcos, se continuán por pantallas de hormigón

formar la del arco central, de mayor luz. Así la de éste se formó por tres arcos de tres articulaciones apoyados sobre dos torres metálicas, a 50 m de distancia.



Puente de Westinghouse.—Estado de las obras en 6 de febrero de 1931

Para el izado de las cimbras y distribución del hormigón se tendieron dos cables sobre la bóveda norte, que se construía primero, de 66 mm de diámetro, y una sobre la segunda bóveda, salvando una luz de 485 m entre torres metálicas, dispuestas en las laderas, de 45 y 33 m de altura. Las cimbras eran izadas por secciones de peso no superior a 13 ton. Por medio de gatos de 250 ton se hacía el corrimiento de las cimbras para la segunda bóveda del mismo arco.

El hormigonado de los arcos se hizo por secciones, para disminuir los efectos de la retracción, soldando las uniones con cemento de alta resistencia, lo que permitió retirar las cimbras a los tres días, ganando así 95 días en el plazo de ejecución.

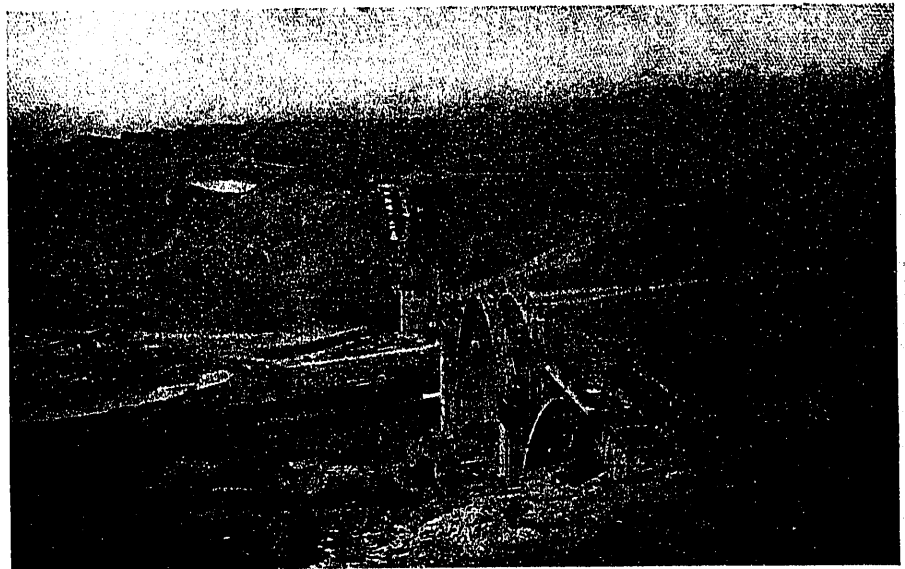
armado, con espesores comprendidos en 0,45 y 1,50 metros.

El tablero se apoya sobre pilarillos dobles, arriostrados en la parte superior por bovedillas en ambas direcciones, siendo estos pilarillos de sección rectangular, variable de $0,60 \times 1,35$ a $0,75 \times 1,35$.

La cimentación directa sobre roca no presenta grandes dificultades. La máxima profundidad alcanzada fué de 26 m, y aunque estaba prevista para utilizar el aire comprimido en caso de encontrar agua, éste no fué necesario, por la escasa importancia de los agotamientos.

Se utilizaron cimbras metálicas, las mismas que habían servido para otros puentes de tipo análogo, dispuestas de forma que pudieran adaptarse a las distintas luces de los arcos y combinarse para, con varias de ellas,

En los elementos de sección reducida se utilizaron vibradores eléctricos para el apisonado, necesarios



Situación de las obras del puente de Westinghouse en 20 de mayo de 1931

por la consistencia del hormigón. La dosificación de éste se hizo por peso.

Las sobrecargas consideradas en el cálculo fueron: una carga uniformemente repartida de 1 450 kg por metro lineal para cada bóveda, y una fuerza concentrada en la sección más desfavorable de 46 300 kilogramos, dando cargas máximas de trabajo en el hormigón de 55 kg/cm².

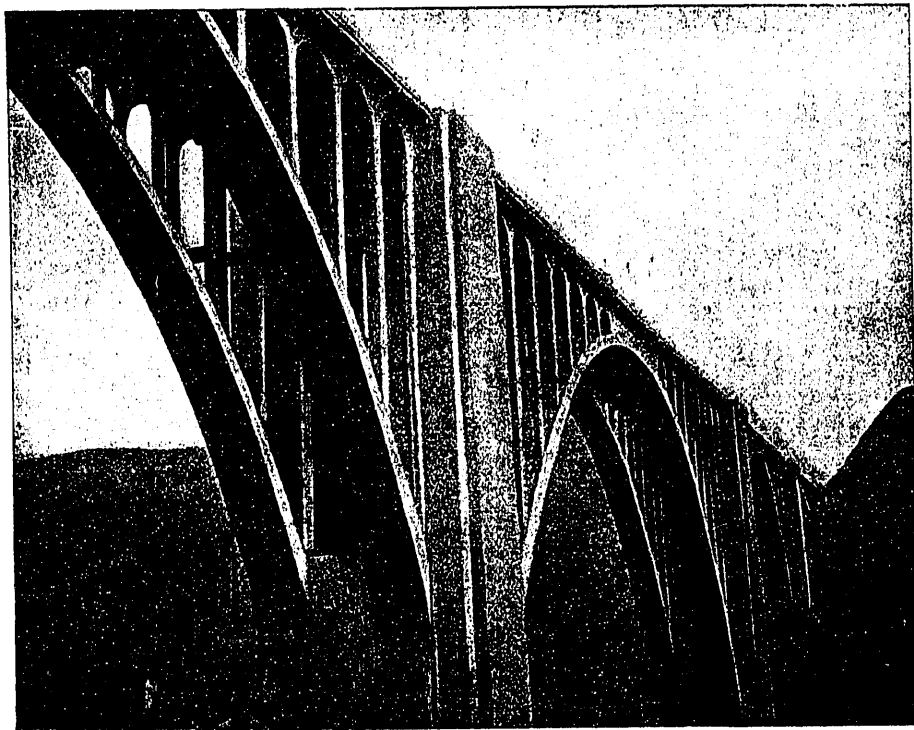
La distribución de juntas de dilatación fué objeto de un detenido estudio en modelos reducidos de celuloide. Se estudió un primer modelo con dos juntas en los extremos del tablero y cuatro intermedias, observando que la deformación producida por la rotación de los pilarrillos era sensiblemente igual a la dilatación del tablero, llegando a la conclusión de que sólo las juntas extremas son necesarias.

Las mismas consecuencias se deducen de la experiencia de otros arcos de tipo análogo construídos en el Ohio River Boulevard, en la misma población, entre ellos el de Jacks Run, con una luz de 120 m.

La obra ha costado 1 667 000 dólares, cubriendo 54 000 me-

Las bóvedas están armadas con 17 barras cuadradas de 32 mm en el arco central y en armadura simétrica, y 14 en las laterales, con estribos de 13 mi-

tros cúbicos de hormigón y 1 600 ton de acero en armaduras. Se empezaron los trabajos en mayo de 1930, inaugurándose en septiembre último.



Vista del puente de Westinghouse tomada el 16 de febrero de 1932



El puente de Westinghouse en agosto de 1932

límetros de diámetro a 90 cm de distancia. Las uniones se hicieron por soldadura.

La solución adoptada fué comparada con otras dos metálicas de tipo Cantilever: la primera, con un tra-

mo central de 270 m y dos laterales de 99 m, utilizando aceros especiales, y la segunda, de cinco tramos, de acero ordinario, con 136 m el de mayor luz, siendo sus presupuestos 1 640 000 y 1 320 000 dólares, respectivamente.

A pesar de arrojar un presupuesto superior, se eligió la solución de hormigón armado, por consideraciones arquitectónicas y su menor gasto de conservación.

E. MIRANDA
Ingeniero de Caminos

Einstein en España

Los periódicos dan la noticia escueta, casi sin comentarios: el profesor Einstein ha accedido a desempeñar una cátedra en la Universidad de Madrid.

El nombre del autor de la teoría de la relatividad es uno de los más destacados del mundo científico contemporáneo, y tiene ya esa auténtica popularidad del genio que, traspasando los estrechos límites del laboratorio en que trabaja, llega al gran público, incapaz de comprender ni el alcance ni la belleza de sus teorías. La personalidad de Alberto Einstein es la de un verdadero luchador: estudiante en Munich, en Aarau y en Zurich; profesor en el Politécnico de esta ciudad y en Praga, dirige en Berlín durante la Gran Guerra la sección de Física del Instituto del Emperador Guillermo, y, hecha la paz, recorre el mundo defendiendo su personal concepción relativista del Universo de las críticas de los sabios contemporáneos, mal preparados para comprenderlo o dormidos cómodamente a la sombra del coloso de Newton. Trabajador infatigable, inicia una nueva época de florecimiento de los estudios físicos, y, sin dejar de colaborar brillantemente en los mismos, aún le queda tiempo para mostrar, en declaraciones sensacionales, su simpatía por los nuevos métodos económicos, hoy en ensayo en parte de Europa, y de dar soluciones eficaces para la paz del mundo, tan frágil en la hora que corremos.

Este es el hombre que llama hoy a las puertas de la Universidad madrileña, que ya le oyera en 1923, y de la que es desde entonces doctor *honoris causa*, y llama, tal vez, ante el temor de que su condición de judío no le permita ver sin recelo su vuelta a la Alemania de hoy, en la que negros vientos de intransigencia mueven vertiginosamente las aspas de molino de la cruz gammada.

* * *

La obra fundamental del profesor Einstein es habernos dado, con su teoría de la relatividad, una nueva e importante aproximación de nuestro conocimiento del Universo. No vamos a hacer aquí un resumen de tal teoría, que, además de innecesario, no nos proporcionaría otra cosa que esa irónica admiración que reservaba Picard para los vulgarizadores de la misma y para las damas, que, hace algunos años, hablaban de relatividad en sus salones. Su esencia es considerar al Universo como un conjunto de cuatro dimensiones, cuyas propiedades dependen de los coeficientes de una forma cuadrática de las diferencia-

les de las cuatro coordenadas correspondientes a un acontecimiento. Esta forma cuadrática ha de ser tal, que las relaciones que traduzcan una ley física sean invariantes respecto de la misma para una transformación cualquiera de coordenadas. La belleza de los nuevos conceptos sólo puede intuirse a través de la generalidad de sus ecuaciones; pero, como ha dicho Borel, después de conocidas es imposible seguir pensando del mismo modo. Consecuencia inmediata de esta teoría fué, y ello es lo más conocido de la misma, la modificación de nuestros conceptos absolutos del espacio y del tiempo, involucrando en ellos la constante c , a la que asigna la propiedad de ser el límite superior de las velocidades posibles.

En los últimos treinta años no ha sido éste el único trastorno de la Física; la aparición, casi simultánea, de la teoría de los cuanta de Planck, que debe al propio Einstein el descubrimiento del fotón o cuanto elemental de luz, inicia una serie de trabajos sobre la constitución de la materia, que, con la base de la construcción atómica de Bohr, presentan actualmente un panorama en el que es difícil orientarse y en el que la naturaleza aparece como una vasta red de símbolos matemáticos. Camino de grandes síntesis, estas nuevas teorías persiguen identidades, cada vez mayores, entre la materia, la electricidad y la luz.

La dupla concepción actual de la materia como onda o como corpúsculo da lugar al nacimiento de la nueva mecánica ondulatoria del francés Broglie, en la que, separándose del viejo concepto del punto ocupando un lugar infinitamente pequeño del espacio, considera al mismo como una singularidad en el seno de un fenómeno periódico que llena una parte del espacio. Con semejante base, y valiéndose del método de cuantificación de Schrödinger y de la teoría de matrices de Heisenberg, procura salvar de una manera lógica las dificultades que la constante h opone a la extensión de los antiguos conceptos mecánicos en el campo del átomo. La constante h , o cuanto de acción de Planck, definida como factor de proporcionalidad entre la energía y la frecuencia, hace su aparición en la nueva mecánica, y entre las perturbaciones a que da lugar destaca, por su importancia, el principio de la incertidumbre de Heisenberg, según el cual tiene lugar la relación

$$\Delta q \Delta p \geq h$$

que limita inferiormente los errores Δq e Δp con que la velocidad y la impulsión, respectivamente, de un electrón pueden, en un instante determinado, calcularse en el dominio del átomo.

Nos encontramos, pues, actualmente, con tres mecánicas distintas y con un campo de acción perfectamente definido para cada una de ellas: la mecánica

¹ Escritas estas notas cuando se daba por seguro que el profesor Einstein vendría a desempeñar una cátedra en nuestro país; no he de notificarlas ahora dado su sentido de elogio para el sabio alemán, y de programa del sorprendente renacimiento actual de la Física.