

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

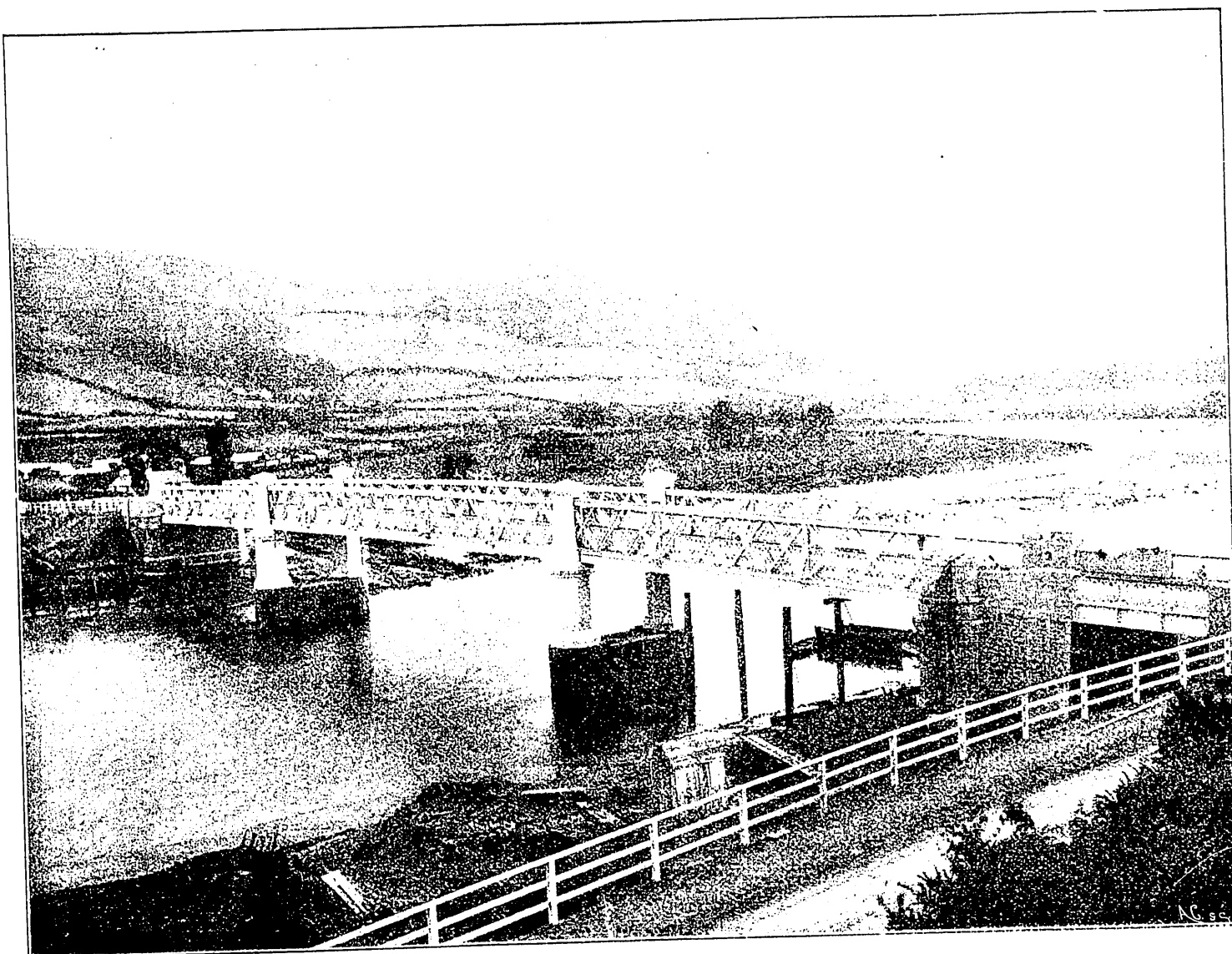
FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente..... Excmo. é Ilmo. Sr. D. Luis Sáinz, Inspector general de primera clase del Cuerpo.
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
D. Luis Gaztelu, Profesor de la Escuela de Caminos.
D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

Puente de Tal-y-Cafu sobre el Couway, en Inglaterra.
(Véase el artículo publicado en el núm. 1.187.)



PROYECTO DE ENSANCHE DE LA CIUDAD DE LEÓN ⁽¹⁾

Por D. Manuel Diz Bercedoniz, D. Pedro Diz Tirado,
D. José M. Rodríguez Valbuena y D. Manuel Hernández
ESTUDIO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LEÓN Y SU ZONA DE ENSANCHE

Los arroyos empedrados son muy defectuosos, y el

(1) Véase el número anterior.

suelo sobre que asientan tiene que sufrir, necesariamente, filtraciones, y á causa de ellas, desniveles considerables por los vehículos pesados que sobre ellos descansan á ratos, cargando por su inclinación todo el peso sobre un sólo lado.

Cuestión muy debatida es la de si los arroyos deben estar cubiertos ó no; opinamos por esto último, á causa de los frecuentes atascos que se originan en conductos cerrados por los materiales que las aguas arrastran en su co-

riente. Las rejillas colocadas en las bocas de estos conductos, oponiendo el paso á los materiales de arrastre, les obliga á detenerse, y la boca de entrada queda obstruida, con el consiguiente desbordamiento del arroyo.

Los aparatos autom6viles no han dado, en parte alguna, buen resultado, y se descomponen con facilidad. Todo lo cual nos hace disponer los arroyos á cielo abierto, exceptuándose los pasos determinados de una acera á otra, en que los disponemos encubiertos, pero teniendo la precaución de que se puedan limpiar.

Hé aquí el resultado á que llegamos: entre el pavimento de la calzada y el adoquín que forma el encintado de la acera se deja por cada lado un espacio de 20 centímetros, destinado á los arroyos. Estos se forman con piedras graníticas de longitudes diferentes, esto no importa, pero de ancho constante ya señalado y de un grueso, también constante, de 16 centímetros. Las uniones de unas piedras con otras, en el sentido de la longitud, se hará con gran esmero; las juntas no excederán de 3 milímetros, y se recibirán con una mezcla muy fina de cemento y arena.

Las piedras se labrarán en forma de cono, dejando por sus lados una faja plana de 5 centímetros, la cual tendrá 8 centímetros de profundidad en su punto medio. La canal seguirá la misma pendiente de la calle. Las piedras que la forman se dispondrán sobre tres hiladas de ladrillo, también recibidas con cemento, las que á su vez descansarán sobre la capa de arena general.

Dichas hiladas de ladrillo subirán por detrás de las piedras de la canal, á servir también de apoyo al encintado de la acera, que tendrá 8 centímetros, suma de los espesores del hormigón y asfalto de la acera. Estas tendrán una caída de un centímetro por metro, desde los paramentos de las fachas hasta los arroyos, para la fácil caída de las aguas.

Esta disposición reúne todas las buenas condiciones apetecibles; es por completo impermeable, deja correr las aguas sin obstáculo alguno, de limpieza inmediata, con firme suficiente para los pesos que haya de soportar y sin peligro de caídas, ni aun para los niños, pues la máxima altura desde la acera al fondo del cauce es sólo de 16 centímetros, altura media de un escalón.

En los sitios señalados para pasar de una acera á otra, que son todos los correspondientes á las encrucijadas, se disponen pasos inclinados para salvar el inconveniente de los arroyos en días de lluvia. Estos pasos inclinados se forman con losas de piedra granítica también, que apoyan por un extremo en el borde de la acera y por el otro en la calle. Con una longitud de 60 centímetros tienen suficiente para dar una pendiente suave. Su grueso será de 16 centímetros, á fin de darles una concavidad de 8 centímetros que, colocada invertida sobre la canal del arroyo, dará un conducto de un diámetro de 16 centímetros como mínimo. Así serán difíciles los atascos; se tomará la precaución, por si alguno de éstos ocurriera, de disponer las piedras de los extremos y un número impar de las intermedias fijas, siendo éstas alternarlas. El resto serán móviles, descansando sobre rebajos hechos en las primeras, pudiendo fácilmente ser levantadas en un atasco imprevisto, por los encargados de la limpieza ó por los mismos vecinos inmediatos.

REVESTIMIENTO DE LA CALZADA

Importante, como el que más, es este requisito en una calle, visto bajo el doble aspecto de la higiene y de la viabilidad; de muy difícil solución, dada la diversidad de opiniones que informan en la materia, agravada por una tercera consideración que precisa tener presente, la de la economía; utilizando materiales, extraídos de las inmediaciones de la localidad ó de puntos medios fáciles de comunicación.

En la imposibilidad absoluta de llegar á un término que armonice verdaderamente las necesidades de la higiene con las de la viabilidad, necesidades que á veces llegan á ser hasta contradictorias, sometidas ambas á la imperiosa ley de la economía, poder tiránico cual ninguno, que impide en la mayor parte de los casos el desarrollo de los proyectos tal como se conciben, pero al cual es imposible sustraerse, si lo que se proyecta ha de salir de la esfera del ideal y producir resultados tangibles; y no existiendo razón alguna de tan sólido fundamento que aconseje dar la preferencia á ninguna de aquellas condiciones sobre las restantes, el facultativo que acometa la empresa de semejante estudio sólo puede utilizar el buen sentido guiándose por tanteos, auxiliado de los datos propios y característicos, por decirlo así, de cada localidad.

Empezaremos por ocuparnos del desagüe del suelo.

La ciudad de León, dotada de un clima lluvioso, con arbolado considerable en sus inmediaciones, y situada en la confluencia de dos ríos caudalosos, y tendiendo la naturaleza de su subsuelo á retener las aguas subterráneas, resulta malsana, y los sótanos de sus casas, receptáculos de humedad, que influyen sobre la salubridad general de la población.

El problema del desagüe en las poblaciones, del mismo modo que el sistema de alcantarillado y el aprovechamiento de las materias que las alcantarillas acarrean, no están aún definitivamente resueltos en el terreno de la higiene pública.

Las ciudades que hasta el presente tienen establecidos sistemas completos de desagüe y alcantarillas, en los cuales han invertido sumas considerables, están expuestas á verse en la precisión de modificarlos á medida que la práctica y estudios más detenidos vayan señalando la importancia de las diversas teorías, completamente contradictorias, que hoy se disputan la primacía en asuntos de higiene y salubridad de las poblaciones.

Hacemos esta observación para indicar que, siendo preciso adoptar un sistema fijo y determinado, no nos declaramos partidarios de ninguno de ellos en absoluto, sino que lo aceptamos de una manera relativa, es decir, en cuanto lo consideramos preferible para un caso particular, según las condiciones de la población de que nos ocupamos.

No es la Memoria que abarca un estudio general de todas las condiciones de la vida urbana, de índole tal, que permita un estudio detenido de los diferentes sistemas de desagüe para proceder por comparación con los de las grandes poblaciones, limitándonos, por tanto, á una ligera reseña de tales sistemas y exposición de las razones que fundamentan el adoptado.

La influencia de las aguas subterráneas no llevan sólo consigo los males inherentes á la humedad, sino también, y muy principalmente, los originados por la infección de

estas aguas subterráneas, debido á causas exteriores; estando plenamente comprobado que el flujo y reflujo de aquellas aguas guarda siempre relación con el desarrollo de ciertas enfermedades infecciosas.

Siendo la causa de la infección de aguas subterráneas los gérmenes que á ellas llegan atravesando los revestimientos de las calzadas, el primer medio para evitarlo sería la construcción de pavimentos impermeables para las calles.

La práctica demuestra ser esto de todo punto imposible, pues no se obtendría un resultado rigurosamente exacto ni aun con los pavimentos de cemento, ya que siempre habrían de producirse grietas, ser necesarias reparaciones, y nunca sería una superficie completamente unida.

En la imposibilidad material de tal sistema, aceptando los higienistas la realidad de las cosas y buscando el mejor modo de utilizarlas, establecen como regla de higiene pública la de que las calzadas, en su revestimiento, deben ser algo permeables, y el subsuelo sobre el que este pavimento descansa, completamente permeable, viniendo á contribuir de este modo un sistema ideal de desagüe de poblaciones, que no es otro sino el de practicar en gran escala el seguido para privar de la humedad á los sótanos de los edificios, poniendo una gruesa capa de piedra partida en grandes trozos ó de canto rodado sin enlace alguno, sobre ella otra de piedra más menuda y arena, y, por último, el revestimiento de la calzada con canales laterales situados á mayor profundidad que la de los sótanos de las casas, con inclinación suficiente para el fácil recorrido de las aguas que de tal modo son conducidas á las alcantarillas.

Sentado lo que antecede, vamos á exponer algunos datos históricos referentes á los pavimentos de algunas poblaciones de la antigüedad, no por vía de erudición, sino á fin de que nos sirvan de fundamento ó punto de partida para el problema que pretendemos resolver, indicando después las ventajas ó inconvenientes de los pavimentos usados hasta el día, para deducir de todo ello el sistema más conveniente al ensanche que proyectamos, en relación, principalmente, con el clima de la localidad.

Los recientes trabajos en las excavaciones de Pompeya nos muestran el piso formado por losas poligonales procedentes de las lavas del Vesubio, unidas entre sí por grapas de hierro.

La construcción de las aceras incumbía al propietario cercano, los que las disponían á su capricho; en unas partes aparecen construidas de ladrillo, más allá de mármol ó de groseros mosaicos, y en otros lados con pedazos de tejas rotas con una sustancia conglomerante. Esta diversidad de materiales usados en las aceras de Pompeya marca en la actualidad, en ausencia de los muros de las casas, los límites de las propiedades; y, á no dudar, esta es la única ventaja de tal sistema, pues dejando aparte lo pintoresco producido por tal diversidad de tonos y sustancias, nada más molesto que recorrer su largo trayecto cambiando continuamente de sensación producida por medios más ó menos duros ó friables.

Vitrubio nos describe el modo de formación de los pavimentos de las calles; la calzada, dice, estaba formada de cuatro capas distintas: el *stratum*, el más profundo, formado por un lecho de piedras y pedazos de argamasa secos y unidos entre sí por pesados barros de hierro; el *rudus*, especie de betún compuesto de piedras partidas, argamasa y cal; el *nucleus*, especie de betún más fino que

el anterior, y al que se mezclaban pedazos de teja y ladrillos machacados, piedra caliza ó tierra, según las localidades; y sobre esta última capa descansaba el revestimiento exterior, compuesto, por lo general, de baldosas, como en Pompeya, ó bien de piedras talladas ó cantos rodados. El total de las cuatro capas alcanzaba, próximamente, á la altura de un metro.

Si nos fijamos en la descripción de tal sistema, comprenderemos la lógica que presidía á su ejecución. La primera capa, toscamente formada y con los materiales más gruesos, y en inmediato contacto con el subsuelo, hacía las veces de cimiento, y resultaba suficientemente permeable á las sustancias que pudieran introducirse á través del suelo. Las capas superiores hasta el pavimento, formadas de cada vez con mejores materiales y más unidos, contribuyen á la mejor repartición de las presiones.

La idea de cubrir los caminos y calles con piedras colocadas ordenadamente, viene desde muy antiguo. Se atribuye, generalmente, á los cartagineses, creyéndose que el cónsul Apio Claudio empezó á empedrar las calles de Roma doscientos años, próximamente, antes de J. C.

Hay poblaciones de enlosado completo ó incompleto; se da este último á aquellas en que las losas de 60 centímetros por 20, como se han encontrado en Milán, se encuentran separadas por otras empedradas de una anchura próximamente igual. Este sistema es excelente para las calles estrechas que no tienen más que una vía para los carruajes, pues las losas presentan condiciones fáciles para el paso de las ruedas, mientras que el empedrado intermedio favorece, en cierto modo, la marcha de los caballos.

Detallamos el sistema de los romanos por ser, en sus líneas generales, el tipo que pensamos adoptar, y aquí detenemos esta reseña, pues no tratamos de efectuar un estudio histórico y nada merece fijar nuestra atención hasta llegar á la época moderna.

El revestimiento de las calles en la historia comprende tres períodos: 1.º, el de incuria, el de perfeccionamiento empírico y el período científico que empezó hace próximamente, sesenta años; 2.º, que comparando sistemas antiguos y modernos, ha podido llegar á un resultado verdaderamente racional y que tiende á perfeccionarse de día en día.

Estudiemos, siquiera sea de una manera rápida, los siguientes sistemas de pavimentos: 3.º, el macadam; 4.º, el asfalto; 5.º, el cemento; 6.º, diversos revestimientos, como el de madera, fundición de hierro, etc., etc.

En todo empedrado son indispensables dos condiciones: la igualdad de la superficie empedrada y la resistencia uniforme á la compresión. Para mantener la primera precisa que la resistencia al deterioro y la contraria á la compresión, sean iguales en todas partes.

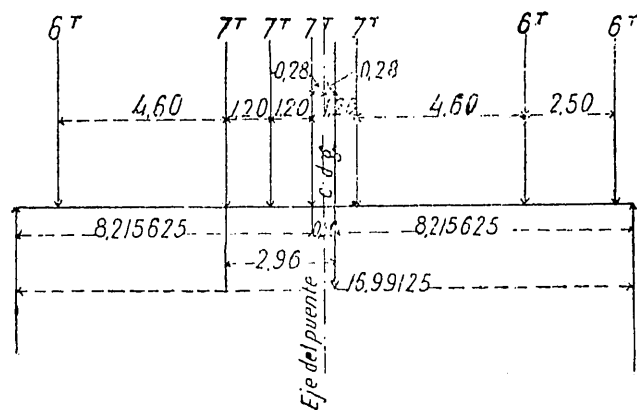
Por desgracia, el desgaste determina siempre superficies convexas, de donde resulta ser mayor la resistencia por los lados á fin de obviar este inconveniente, así como el desgaste irregular de cada una de las piezas que componían el empedrado, circunstancia que obligaba á levantar el piso cada poco tiempo, tallando de nuevo las piedras, operación á todas luces dispendiosa, y la tendencia á vascular de las diferentes piezas; en 1830 se inició la idea de sustituir las baldosas hasta entonces empleadas, que medían, próximamente, 25 centímetros de lado, por paralelepípedos rectangulares que presentaban superficies de 16×23 centímetros, 13×20 y aun 10×16, dimensiones estas úl-

timas que son las adoptadas en Bélgica, y que han dado excelentes resultados, bien que se trata de piedra tan dura como el pórfido.

Tal disposición predispone menos al deterioro de las piedras; en cambio, aumenta el precio del metro cuadrado y acaba por constituir un suelo resbaladizo, á menos que en su disposición se tomen precauciones para evitarlas.

La repartición uniforme de la presión exige sentar las piedras sobre un lecho de resistencia uniforme. A tal objeto tendería la disposición adoptada por los romanos que ya dejamos anotada.

(Se continuará.)



La carga, uniformemente repartida, p_1 que da lugar al mismo momento en el centro del tramo, se deducirá de la expresión

$$P_1 \times \frac{16,99125^2}{8} = 115534,$$

de donde

$$P_1 = \frac{8 \times 115534}{16,99125^2} = 3201$$

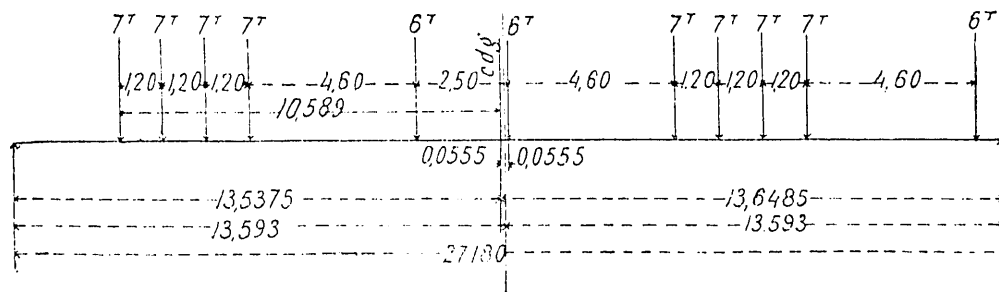
kilogramos por metro de viga.

PROYECTO PARA LA SUSTITUCIÓN DEL TRAMO METÁLICO ⁽¹⁾ DEL PUENTE SOBRE EL RÍO LLOBREGAT POR OTRO NUEVO

En los tramos laterales la posición del tren tipo que da lugar al máximo, es la indicada en el adjunto croquis; y su valor es, por viga,

$$M = 46000 \times \frac{8,215625^2}{16,99125} - (6000 \times 7 + 21000 \times 1,2) = 115534$$

kilográmetros.



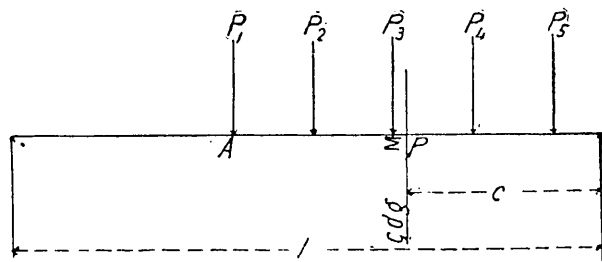
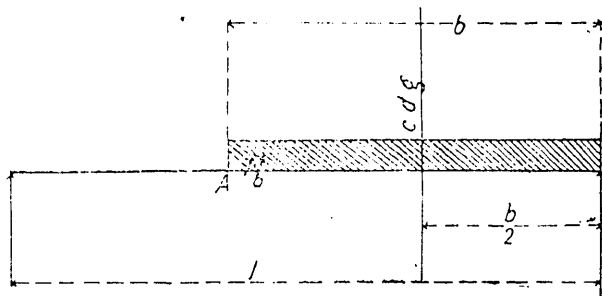
En los tramos centrales la posición del tren tipo correspondiente al momento máximo, es la del adjunto croquis, y el valor de este momento es:

$$P_2 = \frac{8 \times 242856}{27,186^2} = 2629$$

kilogramos por metro de viga.

Para el cálculo de las diagonales precisa, con objeto de aproximarse lo más posible á la realidad, hacer hipótesis de cargas extendidas sobre una porción del tramo desde una sección intermedia hasta un apoyo y según la longitud cargada, la carga uniforme equivalente debe ser variable. Para determinarla supondremos, como en el caso anterior, que los tramos son independientes y que el esfuerzo cortante debido al tren y á la carga uniforme son iguales en cada sección para el caso en que es máximo, ó sea cuando dichas cargas se extienden desde dicha sección á uno de los apoyos. Llamando P la suma de cargas del tren extendidas sobre la longitud b de un tramo de longitud, l , c la distancia de su centro de gravedad al apoyo más próximo á las cargas, y P_6 la carga uniforme equiva-

lente por metro lineal, los esfuerzos cortantes máximos en A serán, como se desprende del adjunto croquis:



$$\frac{\sum P \times C}{l} = P_6 \times b \times \frac{b}{2l} = P_6 \frac{b^2}{2l},$$

(1) Véase el número 1.194.