

que se piden á la máquina y á la caldera de la locomotora, esta uniformidad en las condiciones de marcha es imposible, porque los cambios de admisión y de temperatura, el agua de alimentación mala y espumosa, un nivel de agua demasiado elevado en la caldera, la conducción poco hábil de la máquina y del fuego, etc., etc., exigen que la locomotora de vapor recalentado tenga una reserva considerable de potencia, con relación á la que ha sido calculada como necesaria normalmente.

Según los resultados de los experimentos hechos por el profesor Seeman con una máquina fija provista de un recalentador Schmidt, el consumo de calor por caballo-hora indicado, disminuye constantemente á medida que la temperatura del vapor vivo se eleva, á pesar de la temperatura más alta del vapor del escape, como lo demuestran el cuadro siguiente y la figura 1.°:

Temperatura en la admisión.	Temperatura del vapor del escape.	Consumo de calor por caballo-hora indicado. — Calorías.	Consumo comparativo.	Economía.
209° C.	103° C.	8.126	100,0	»
255° C.	109° C.	7.306	89,9	10,1 por 100.
309° C.	128° C.	5.858	73,7	26,3
355° C.	156° C.	5.858	72,1	27,9

Aun cuando no se hayan efectuado experimentos análogos con locomotoras de vapor recalentado, los numerosos recorridos de prueba efectuados demuestran que la mayor economía se obtiene invariablemente con la mayor temperatura del vapor, no obstante el aumento que resulta de la temperatura del vapor en el escape.

Con el fin de utilizar todo lo completa y económicamente que sea posible el aumento de potencia de tracción que da á la locomotora la adición de un recalentador, no es suficiente, como se afirma algunas veces, aumentar el período de admisión más allá de la longitud calculada para el vapor saturado, porque las pérdidas debidas á una expansión insuficiente, al aumento de la contrapresión y al caldeo forzado que resulta de este cambio, neutralizarán en gran parte la economía que se puede realizar. Sólo por un aumento conveniente del diámetro de los cilindros, manteniendo la admisión dentro del límite económico, puede aumentarse el esfuerzo de tracción de un modo suficientemente completo para utilizar el incremento de potencia de la caldera. Á este efecto, es preciso que el diámetro del cilindro sea tal que el esfuerzo de tracción máximo se obtenga con una admisión de próximamente el 45 por 100, y la mayor potencia sostenida con un 30 por 100, siendo la presión alrededor de un kilogramo inferior á la presión normal en la caldera. Para potencias menores y mínimas, la admisión no puede reducirse indefinidamente; no puede descender por debajo del 20 por 100. La posibilidad de emplear económicamente el vapor recalentado sin que sin produzca condensación en los cilindros á pesar de la caída de presión debida al laminado del vapor, proviene de que por el hecho mismo de esta caída de presión, el recalentado propio ó absoluto del vapor aumenta. Por ejemplo, el vapor á la presión de 12 kilogramos y á la temperatura de 300°, está recalentado en 110°, puesto que la temperatura de saturación que corresponde á esta presión es de 190°; pero cuando la presión se reduce por el laminado á 5 kilogramos, siendo la temperatura la misma, el

recalentado se convierte en $300^{\circ} - 156^{\circ} = 144^{\circ}$, lo que da un exceso de temperatura suficiente para impedir la condensación en el cilindro, aun con la admisión mínima en práctica de un 20 por 100. — H.

(Concluirá.)

LAS OBRAS DE RIEGO EN LOS ESTADOS UNIDOS

POR

DON JOSE NICOLAU

Y

DON NARCISO PUIG DE LA BELLACASA

SERVICIO FEDERAL DE OBRAS DE RIEGO

(Continuación.)

Al excavar el terreno para cimentarlo, se descubrió en el lado Oeste una capa de grava muy permeable entre dos de roca sólida, y para prevenir las filtraciones á su través, se ha practicado en ellas un túnel en toda su altura de 2,40 metros, revestido por delante de hormigón con espesor de 15 centímetros, que se rellenó de una mezcla arcillosa bien apisonada. Las circunstancias especiales de esta obra, que sustituye á otra destruida, probablemente porque la crecida, aumentando la presión, determinó vías de agua en el macizo de tierras, pueden justificar, tal vez, el empleo de la pantalla, que en general no debe reputarse necesaria en las presas mixtas del tipo que acabamos de describir.

Procedimiento hidráulico para construcción de macizos de tierra.

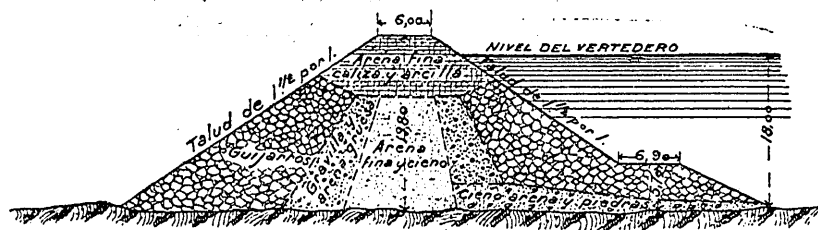
Perfiles adoptados para varias presas.—El procedimiento descrito tiene por objeto excavar, transportar y depositar tierras en condiciones que pueden ser ventajosas en muchos casos y, por consiguiente, tener numerosas aplicaciones. Una de ellas, la más extendida, es la de construir los macizos de las presas de tierra y de las presas mixtas, que ofrecen en este caso, sin embargo, ciertos rasgos característicos, debidos á la forma en que se depositan los materiales, como es, por ejemplo, la facilidad con que puede conseguirse su clasificación por orden de impermeabilidad creciente hacia el núcleo central.

Esta facilidad con que se presta el procedimiento, según acabamos de indicar, para formar un núcleo arcilloso impermeable en la parte central de la presa, motiva que gran parte de las construídas lo hayan sido con dicho núcleo, especialmente cuando los terrenos de donde se extraen los productos están formados por arcillas mezcladas con arenas y gravas. En otros casos en que los materiales disponibles consisten en tierras mezcladas con piedra, se han adoptado perfiles de presas mixtas de tierra y escollera. Por último, podemos citar el ejemplo de una presa que se está construyendo encima de San Bernardino, California, con pantalla formada por un muro de mampostería.

Presas con núcleo arcilloso.—Una de las más antiguas es la de La Mesa, ya citada anteriormente, que presenta el perfil representado por la figura adjunta.

La clasificación de los productos que forman esta presa hace muy difícil que pueda fallar por sobresaturación y corrimiento de los taludes, constituidos por materiales permea-

bles y consistentes. Si se presentase alguna vía de agua, el drenaje formado por la parte situada aguas abajo del núcleo daría salida á aquélla, sin que perdiese en resistencia el macizo; lo que seguramente ocurriría, si en vez de estar forma-

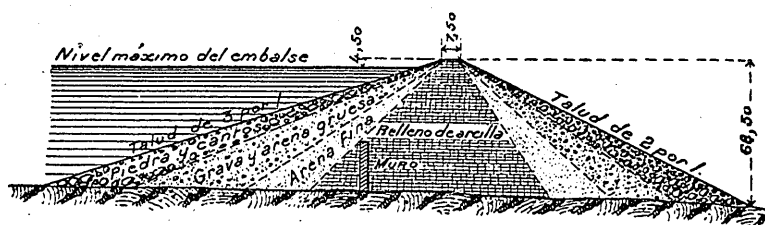


Sección transversal de la presa de La Mesa.

do de arena y piedra, lo fuese por tierras que se reblandecerían al contacto del agua.

Desde que se terminó esta obra existe una filtración, que cuando el embalse está lleno es de unos 5,5 litros por segundo. Se trató de corregirla recubriendo el paramento de aguas arriba con un revestimiento de hormigón de asfalto, pero no se obtuvo resultado. Según observamos al visitar la presa, parece que debe proceder de la deficiente unión del macizo con las laderas y fondo, pues sólo se ve correr por éste, sin que exista señal alguna de filtración en el cuerpo de la obra.

Otro ejemplo de presas con núcleo arcilloso es la de Terrace, en Colorado, de 180 metros de longitud en la coronación, y que es la más alta de tierra construída, al menos de las que han llegado á nuestra noticia. El terreno de que se disponía para proporcionar los materiales del relleno era un drift gracial, formado de arena, grava y cantos, mezclados con arcilla. La sección adoptada fué la que indica la figura adjunta.



Sección transversal de la presa de Terrace.

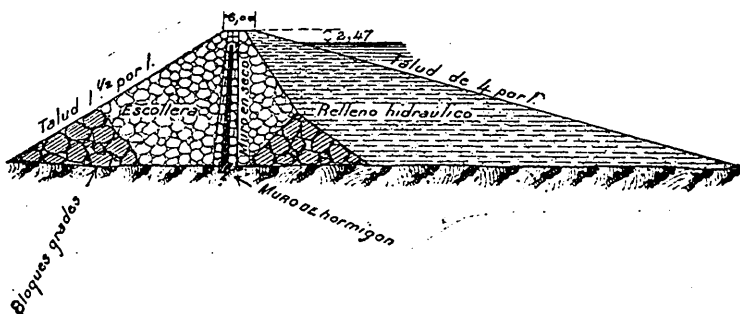
La presa cierra una estrecha garganta, cuyos primeros 21 metros desde el fondo tienen las paredes casi verticales, formadas por traquita dura, constituyendo un canal de sección rectangular, que se cerró con el muro representado en el dibujo, de 45 centímetros de espesor y planta curva de 15 metros de radio. Este muro estaba unido por cada uno de sus extremos á otros dos que subían por la ladera, siguiendo la dirección del eje de la presa y separándose entre sí hasta quedar á 7,50 metros de distancia, con cimientos excavados en la roca y sobresaliendo de ésta de medio á un metro. Todo ello tenía por objeto interceptar las vías de agua que tenderían á formarse á lo largo de la unión de la roca con las tierras del macizo. La ejecución del muro fué poco satisfactoria, por su construcción deficiente y por no haberlo fundado en la roca; se consiguió un efecto análogo al del muro haciendo trincheras profundas á ambos lados, que se rellenaron con arcilla bien amasada y en el muro se practicaron anchas aberturas, para que la arcilla, durante su sedimentación, pudiera pasar fácilmente de uno á otro lado, estableciéndose así la mayor trabazón posible entre las dos partes, que de otra suerte hubieran quedado separadas é independientes.

Pudiéramos mencionar otras varias presas análogas á las descritas, ó sea con núcleo central impermeable y tercios laterales porosos; pero sólo citaremos una actualmente en construcción, cerca de la ciudad de San Pablo, Brasil, formada con la arcilla y arenas procedentes de granito descompuesto, en la que se asegurará la impermeabilidad en la canal del río con un tablestacado metálico, encima del cual se dispondrá una pantalla también metálica del tipo del metal «deployé», que permita el paso á su través del agua, con los materiales en suspensión, durante la ejecución de la obra, pero que impida después el de las ratas y demás animales minadores.

Presas mixtas de tierra y escollera.—Como ya se ha indicado en el lugar correspondiente, cuando pueda obtenerse la piedra sin gran coste, son preferibles, en muchos casos, estas presas á las de tierra. La escollera se coloca por los procedimientos usuales y la tierra por el sistema hidráulico.

Ejemplos de este tipo de presas son las tres construídas en Milner, Idaho, sobre el Snake, las primeras en que fué empleado. La más alta tiene 26 metros sobre el fondo y unos 102 de longitud. Los materiales disponibles eran roca basáltica no descompuesta y una arcilla finísima, formada por «loess» diluvial. La sección adoptada fué la del croquis adjunto.

El relleno de escollera se hizo del modo siguiente: después de quitar el terreno superficial y el material suelto en toda la zona que había de ocupar cada presa, se excavó en la roca la zanja para el murete de hormigón y se construyó éste en el fondo y laderas, con espesores de 1,50 á 1,80 metros. Encima del murete se colocó una pantalla de madera, formada por dobles tableros de 5 centímetros, colocados horizontalmente, y sostenida por pies derechos de 8 por 15 centímetros, distantes entre sí 60 centímetros. Los pies derechos descansaban por sus extremos en el hormigón, que se enrasó primero á la altura correspondiente, completándose después la del murete como cosa de 1,20 á 1,80 metros con hormigón bien apisonado, que empotraba la base de aquéllos. Á medida que se iba levantando la pantalla se ejecutaba también el relleno de escollera á uno y otro lado, haciéndolo á mano y con cuidado en las zonas próximas, para evitar la rotura de los tableros con los choques y asientos de la piedra, y vertiendo el resto por medio de vagonetas transportadas por un cable aéreo.

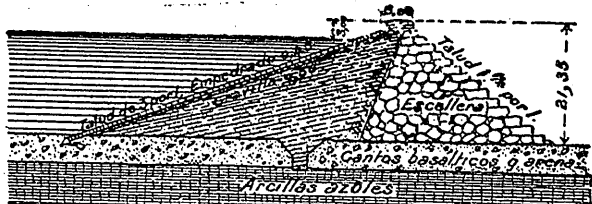


Sección transversal de las presas de Milner.

El relleno hidráulico se llevó á cabo del modo usual, cuidando siempre que al irse elevando quedase unos 6 metros por debajo del de la escollera. Como la tierra empleada era tan tenue, formaba un barro sumamente fluido que penetraba por todos los huecos, rellenando completamente la escollera hasta llegar á la pantalla. Esta dejó pasar algo del fango, pero las juntas de los tableros se hinchaban con la hu-

medad, consiguiéndose pronto una impermeabilidad completa.

Las pantallas de madera, empleadas en la construcción de las presas citadas y en algunas otras, tienen, como hemos visto, por objeto principal evitar que la tierra en estado de fango vaya á rellenar todos los huecos de la escollera, pues esto requeriría mucho mayor volumen de tierras, aumentándose, por consiguiente, el coste del macizo. No es, sin embargo, solución muy satisfactoria, pues la madera puede desaparecer con el tiempo, y se corre el riesgo de que la tierra vaya entonces á ocupar los huecos de la escollera del otro lado de la pantalla, debilitándose la resistencia de la obra y peligrando su impermeabilidad. Podría evitarse esta contingencia colocando á ambos lados de la pantalla grava y piedra, formando una especie de filtro que impidiese el paso de la arcilla tenue, aun cuando aquélla desapareciese. Otra solución que, en general, parece preferible, consiste en suprimir la pantalla, como se ha hecho en la construcción de la presa de Zuñi, en Nuevo Méjico.



Sección transversal de la presa de Zuñi.

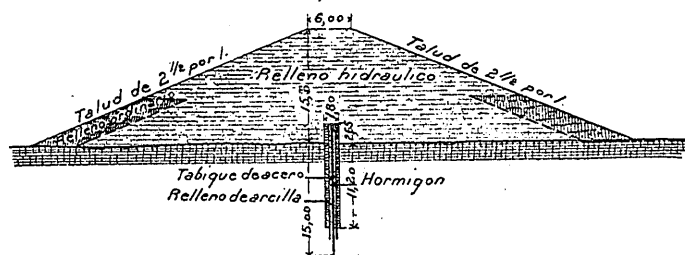
Tiene 220 metros en la coronación y 21 de altura máxima. La escollera de los taludes se colocó con cuidado, y el relleno hidráulico se ha hecho entre muretes de tierra seca, transportada por parejas de caballerías, porque estando el material disponible compuesto de 23 por 100 de arcilla y el resto de una arena finísima, los caballones no podían tener consistencia si no estaba seca la tierra. El contiguo á la escollera tenía unos 3 metros de anchura, y se llevaba siempre bastante más elevado que la balsa donde se vertían los productos, para evitar que éstos pudiesen penetrar en el mazizo de escollera. La excesiva finura de la arena hacía muy difícil su separación de la arcilla, y como la mezcla resultaba muy impermeable, no se intentó clasificar los productos al depositarlos para formar el terraplén.

Presas de tierra con pantalla de fábrica en su interior.—Si bien en términos generales, y como ya dijimos al tratar de las presas de tierra, no suele ser necesario recurrir al establecimiento de un muro en el núcleo, formando pantalla, para conseguir la impermeabilidad, puede aceptarse esta solución, cuando no sea fácil obtenerla por otros medios. Tal sucede en la presa en construcción encima de San Bernardino, California, de unos 60 metros de altura máxima y 240 de longitud, en la que el producto utilizable para el relleno consiste en granito descompuesto, que apenas tiene el 10 por 100 de arcilla, siendo, por consiguiente, imposible obtener con semejante material un macizo bastante impermeable. En tales circunstancias se ha recurrido á la construcción de un muro pantalla en la parte central y en toda la longitud de la presa, sólidamente cimentado en el granito y alcanzando hasta la coronación. El muro está hecho de mampostería con mortero de cemento Portland, teniendo un espesor de 6 metros en la base y 0,90 en su parte más alta.

Construcción de la presa de Silver Lake, en Los Angeles.—Es la única presa, de que tengamos noticia, en que se han transportado los productos hasta el macizo formado con

ellos, impulsando los barroes á lo largo de una cañería ascendente. Por este motivo la describiremos con algún detalle.

Está construyéndose por la Empresa abastecedora de aguas de Los Ángeles, y tiene por objeto formar un depósito con una capacidad de 590.000 metros cúbicos. Tendrá unos 275 metros de longitud en la coronación y unos 15 de altura máxima sobre el fondo del cauce.



Sección transversal de la presa de Silver Lake.

Como expresa la sección representada, forma parte de esta presa un núcleo, que profundiza hasta llegar al lecho de roca y sobresale unos 2,65 metros sobre el terreno. Está constituido por una parte central de hormigón, de unos 90 centímetros de espesor, que, con objeto de asegurar la impermeabilidad, lleva en su mitad un tabique formado por láminas de acero. Á ambos lados del hormigón hay rellenos de arcilla apisonada de unos 45 centímetros de espesor, que ocupan los huecos entre el terreno y el muro de hormigón. En la parte en que queda la roca á mayor profundidad se han establecido, debajo del muro, tres filas de pilotes de acero, hincados hasta alcanzarla, en la forma que expresa la sección dibujada.

El macizo, que tiene unos 110.000 metros cúbicos, se comenzó á construir por los medios ordinarios, pero se continuó, en cuanto quedó terminada la instalación de la maquinaria y demás elementos necesarios, por el procedimiento hidráulico, con el que se ha formado la mitad del volumen. Se aplicó primero dicho sistema, desagregando el terreno, de consistencia no muy grande y formado de arcilla con arena, utilizando el agua de una tubería, establecida antes de construirse esta obra, por la que salía con la velocidad suficiente para producir la erosión; recogíase el barro fluido que se formaba en un punto bajo, desde donde, por medio de una bomba centrífuga, se impelía por una cañería de unos 450 metros, hasta la presa en construcción. En ésta había una canal á lo largo del muro del núcleo, de la que salían tubos normales que conducían los productos hasta los taludes. Cuando el agua de la tubería hubo ya desagregado por erosión todo el material posible, se instaló una segunda bomba, destinada á proporcionar agua con carga, continuándose la desagregación por medio de un monitor bajo la presión de 4,5 kilogramos por centímetro cuadrado. En este trabajo sólo se empleaban 26 litros de agua por segundo, que servía primero para el del monitor y luego para el arrastre y elevación de los productos. Cuando la presa estaba á una altura de 7,20 metros, la bomba impelente, para vencer la acción de la gravedad y rozamientos en la tubería, trabajaba á la presión de 2,25 kilogramos por centímetro cuadrado. Se transportaba, por jornada de nueve horas, unos 230 metros cúbicos de material, correspondiendo una proporción de sólidos arrastrados por el agua del 28 por 100.

Á fines del pasado mes de Noviembre, cuando visitamos esta obra, los trabajos habían sufrido modificaciones respecto á lo que se acaba de describir, habiéndose organizado según expresa el croquis adjunto.

Tres monitores, cada uno manejado por un operario que dirige el chorro y otros dos dedicados á mover el aparato y la manga de alimentación, excavaban la tierra en un frente que seguía aproximadamente la dirección de la máxima pendiente del terreno. Á lo largo de este frente corría el agua con que se había hecho la desagregación, arrastrando en suspensión la tierra excavada hasta un punto próximo al embalse, que estaba ya constituido en gran parte de su altura. El agua, con los productos arrastrados, se mezclaba

de longitud, colocada directamente sobre el terreno natural hasta el macizo de la presa.

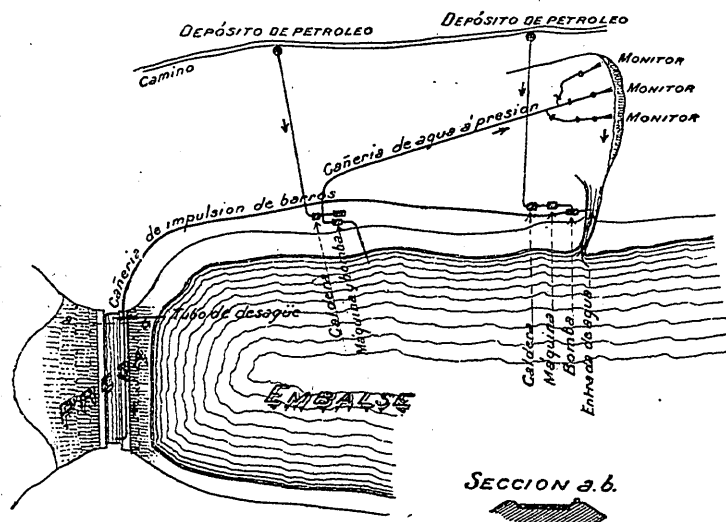
En el croquis puede verse la manera como se efectuaban todos estos trabajos. Tanto la bomba destinada á suministrar el agua á presión para los monitores, que era de émbolo, porque no tenía que elevar más que agua clara, como la centrífuga que transportaba los barroes, estaban movidas por máquinas de vapor, cuyas calderas empleaban el aceite mineral bruto, procedente de los pozos de Los Ángeles, en donde hay gran abundancia de dicho producto, que es el combustible más barato, pues el carbón tiene que llevarse de puntos muy lejanos. Dicho aceite se depositaba en tanques situados á la orilla de un camino de carros, bastante más altos que las calderas, á las cuales llegaba, como expresa el croquis, en virtud de la gravedad, por medio de tuberías de hierro.

El depósito de los productos se efectuaba á su salida de la tubería, indicada en el croquis, que corría á lo largo del talud de aguas arriba, y tenía su descarga junto á la margen izquierda. La salida de las aguas sobrantes tenía lugar por el otro extremo de la balsa, cuyos rebordes se forman con tierras llevadas por los procedimientos ordinarios, pues con los productos transportados hidráulicamente no se conseguía la suficiente consistencia. Bastaban tres hombres para ir extendiendo los productos vertidos, como representa uno de los fotogramas.

El día que visitamos esta obra no había en ella más que 18 operarios, de los cuales 9 manejaban los tres monitores, 3 conducían las bombas y calderas y los restantes estaban en la presa.

El trabajo es sumamente sencillo y las instalaciones nos parecieron también sencillas y eficaces. El macizo resulta muy compacto, y en la presa apenas si se notaban más que dos pequeñas filtraciones recogidas por tubos de drenaje.

(Se continuará.)



Croquis de las instalaciones, á fines de Noviembre de 1907, para la construcción de la presa de Silver Lake.

después con cierta cantidad de la del embalse, que á este efecto estaba en comunicación con el punto bajo adonde habían llegado los barroes, con lo que se diluían éstos, y haciéndose más fluidos, se facilitaba su transporte. Absorbidos los barroes por el tubo de aspiración de la bomba centrífuga, eran impelidos á lo largo de una tubería de unos 450 metros

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Firmes de tarmacadam.

En el Congreso internacional de la carretera celebrado en París en Octubre último se ha reconocido la necesidad de constituir los firmes de las carreteras con otros materiales distintos de la piedra, la tierra y el agua, que componen, como es sabido, el firme ordinario. La mayoría de los Ingenieros franceses está conforme con la adopción del alquitranado en caliente para las carreteras mas fatigadas por la circulación de los automóviles, alquitranado que se aplica á los firmes ya construidos, recargados, cilindrados y cuidadosamente barridos.

En el informe de los Sres. Sigault, Ingeniero Jefe, y Le Gaurian, Ingeniero de Puentes y Calzadas, así como en el de M. Arnauld, Ingeniero Jefe, se dice que el alquitranado tal y como se practica en Francia da casi siempre excelentes resultados, tanto desde el punto de vista técnico como económicamente, y la primera Sección del Congreso de la carretera ha adoptado enteramente sus conclusiones. No ha ocurrido lo mismo por lo que se refiere á otro procedimiento de empleo del alquitrán, que con-

siste en introducir este producto en el seno de la carretera en el momento mismo de efectuar el recargo.

Este método, llamado *Tarmacadam*, es interesante, y vamos á exponer en qué consiste, examinando los resultados obtenidos, aunque las experiencias adquiridas hasta ahora no puedan juzgarse suficientes para sentar conclusiones definitivas.

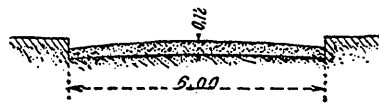


Fig. 1.ª



Fig. 2.ª

La utilización del tarmacadam (*tar*, alquitrán) se ha venido realizando en el Condado de Nottingham desde hace próximamente cincuenta años; pero el empleo razonado en cantidades dosificadas, y sujetándose á reglas por decirlo así científicas, es reciente. La piedra que se emplea ha de pasar por un anillo de 7 á 8 centímetros de diámetro, pero no por el anillo de 5 centí-