

de donde

$$x = \frac{\frac{Q_4}{\operatorname{tg} \cdot \frac{\alpha}{2}} - p_4}{4,481};$$

ahora bien; $\operatorname{tg} \cdot \frac{\alpha}{2}$ y p_4 son constantes con cualquiera magnitud de la sobrecarga, y sus valores nos son perfectamente conocidos, á saber:

$$\operatorname{tg} \cdot \frac{\alpha}{2} = 0,5351; \quad p_4 = 44.373 \text{ kilogramos.}$$

Por lo tanto, si pudiéramos determinar el valor limite de Q_4 , quedaria conocido inmediatamente el de x , ó sea el de la sobrecarga que buscamos.

(Se continuará.)

JULIO VALDÉS,
Ingeniero de Caminos.

RODILLO PARA EL AFIRMADO DE CARRETERAS

(Lámina 65.)

Sin entrar á hacer consideraciones respecto á la influencia que en la más rápida y completa consolidación del afirmado de una carretera tienen por una parte la naturaleza y forma de los materiales empleados, y por otra el sistema de consolidación que se adopte y los medios usados para realizarla, únicamente recordaremos que el afirmado que más difícilmente se consolida es aquel en que se emplea la piedra de naturaleza silícea procedente de las riberas, donde se presenta bajo la forma de canto rodado, aun cuando sea aquella sometida á un machaqueo más extremado que el generalmente adoptado para la piedra caliza dura, y aun cuando se combine su empleo con los recebos más apropiados á su naturaleza, que son, como es bien sabido, los calizos.

Á pesar de las malas condiciones que para ser empleadas en el afirmado de carreteras tiene la piedra que se obtiene mediante el machaqueo de cantos rodados de naturaleza silícea, no puede, en algunas ocasiones, evitarse su empleo, porque el recurrir á piedra de otras procedencias aumentaria muy considerablemente los gastos de transporte de aquella, y, por consiguiente, el coste del afirmado; debe, pues, cuando así suceda, procurarse que los medios empleados para lograr la consolidación del firme sean tales que aminoren ó hagan desaparecer en cuanto sea posible las dificultades que para conseguirlo ofrecen la naturaleza y forma de la piedra, que

muy atendibles consideraciones de orden económico imponen la necesidad de emplear en él afirmado.

Además de una buena elección de recebo y del riego que, á falta de lluvias, conviene prudencial y acertadamente efectuar, debe considerarse como el más importante medio de obtener una pronta y completa consolidación de afirmado el cilindrado, el cual será tanto más perfecto cuanto más apropiado al caso sea el cilindro compresor ó rodillo con el cual se verifique aquél.

En la provincia de Sevilla, con motivo de la reparación de la carretera de Cuesta de Castilleja á Badajoz, en cuyos seis primeros kilómetros la piedra empleada en el firme era la que proporcionaba el machaqueo de cantos rodados, recogidos en las márgenes del Guadalquivir, se ha hecho uso con muy buen éxito para la consolidación del firme de un cilindro que con el expresado objeto fué mandado construir, y cuya descripción hacemos á continuación:

Consta el rodillo de tres partes; éstas son: Cilindro compresor, bastidor y accesorios.

El cilindro compresor lo componen dos tubos circulares de fundición de la misma longitud, y cuyos diámetros exteriores son respectivamente de 1,50 y 0,725 metros cada uno de ellos; la posición relativa de dichos tubos es tal, que coinciden sus ejes, y se hallan además en el mismo plano las secciones transversales normales al eje común, que limitan la longitud de ambos tubos.

El espacio comprendido entre los dos tubos está dividido en tres compartimientos por tabiques de fundición de 0,025 de espesor, perpendiculares al eje común de dichos tubos; en cada uno de ellos hay practicados cuatro aligeramientos, dispuestos de manera que éstos resulten alternados y ocupando igual superficie del tabique que la ocupada por la parte de éste, que queda maciza.

Los expresados tabiques tienen por objeto hacer que los dos tubos puedan estar situados en la posición relativa que hemos dicho guardan entre sí, ligando la superficie exterior del tubo de menor diámetro con la interior del que tiene el diámetro mayor; los aligeramientos no sólo son indispensables en los cuatro tabiques para poder fundir en una sola pieza, como debe ser, el sistema de ambos tubos ligados entre sí, sino que son además necesarios en los dos tabiques interiores, á fin de que resulte completa comunicación entre los tres compartimientos en que queda dividido por los cuatro tabiques el espacio comprendido entre los tubos, comunicación que interesa exista para poder utilizar esta circunstancia del modo que más adelante expondremos, en provecho del mejor resultado que produzca el empleo del rodillo en el trabajo á que se le destina.

Los aligeramientos de los tabiques extremos, cuya necesidad no reconoce otra causa, según hemos dicho, que la de hacer posible la fundición de los dos tubos ligados entre sí, se cierran, después de fundido el sistema, mediante placas de fundición fuertemente atornilladas sobre los bordes de los aligeramientos, y convenientemente tomadas con mastic las juntas, quedando la superficie exterior de las placas de cierre en el mismo plano que la circunferencia que limita la superficie exterior del tubo mayor.

El tubo menor queda igualmente cerrado en ambos extremos por una placa circular de fundición que se atornilla en cada uno de ellos, y en cuyos respectivos centros se practica un taladro, en el que se aloja el muñón que sirve de eje de giro al cilindro compresor, cuyo muñón, de hierro dulce de la mejor calidad, se compone del muñón propiamente dicho y de una placa que forma parte del mismo y que se atornilla sobre la que cierra el tubo menor, teniendo muy especial cuidado de tomar con mastic convenientemente preparado todas las uniones.

Se ha preferido que el eje del cilindro compresor no corriese de una á otra parte del tubo menor, y que al verificarse la tracción quedase el referido eje sin sufrir movimiento de rotación, aun cuando de esa manera el eje estaría sometido á menores esfuerzos, porque no hubiera sido entonces posible asegurar como conviene un espacio completamente estanco en el interior del tubo menor.

Las dimensiones del muñón, 0^m,16 de longitud, 0^m,08 de diámetro, son, por otra parte, más que suficientes para resistir el peso del bastidor y el esfuerzo de torsión á que se halla sometido cuando se verifica la tracción, fuerzas que son las únicas que sobre él actúan, puesto que tanto lo que representa el peso del sistema de los dos tubos como el de la sobrecarga insisten directamente, según más adelante veremos, sobre el terreno en que el rodillo se estacione. La inspección de las figuras 1.^a y 2.^a nos excusa de dar más extensas explicaciones.

En uno de los tabiques que limitan la longitud de los dos tubos, y en el mismo diámetro (fig. 3.^a), se practican dos taladros o, o' el o inmediato á la intersección del diámetro con la circunferencia interior de la base del tubo mayor y el o' en análoga posición respecto á la circunferencia interior de la base del tubo menor.

Dichos taladros se cierran con tornillos de cabeza circular embutidos en el espesor del tabique, y en cuyo centro hay practicado un rebajo de sección cuadrada que penetra hasta la mitad de la longitud del tornillo; dicho rebajo tiene por objeto poder introducir en él una llave de las llamadas «Cuadradillos», con el fin de atornillar ó desatornillar el tornillo. La figura 5.^a representa el tornillo que acabamos de describir.

El bastidor es de placa de palastro, y lo compone un rectángulo A, B,

C, D, de 1,^m345 de ancho y 1,^m55 de largo por la parte interior (figuras 2.^a, 3.^a y 4.^a); en el centro de cada uno de los lados mayores del referido rectángulo van atornilladas á la cara inferior del bastidor las cajas de grasa F, F' (figuras 1.^a, 3.^a y 4.^a), en las cuales se alojan los muñones.

De cada uno de los extremos de ambos lados menores del bastidor parten las piezas de palastro BO, CO, AO', DO', del mismo ancho y grueso que la que forman el bastidor, las cuales se unen respectivamente en O y O' á 0^m,225 de cada uno de los lados menores, formando éstos y cada dos de dichas piezas un triángulo cuyos ángulos se refuerzan con cantoneros de palastros.

La lanza se sujeta al bastidor, atravesando ésta y aquél por pasadores *m*, *n*, sujetos al bastidor por medio de clavijas de hierro dulce; siendo de esta manera rápida y sencilla la operación de cambiar la lanza para verificar la tracción en uno ú otro sentido.

Cuando el tiro se lleva á cabo valiéndose de bueyes, se coloca el yugo al extremo de la lanza, y como la fuerza del tiro se transmite al bastidor por el intermedio de la lanza, de aquí la necesidad y conveniencia de las piezas AO', DO', BO, CO, que refiriendo la fuerza á los ángulos B, C, O', A, D (según el sentido en que camine el rodillo), evitan que el bastidor tienda á deformarse, como seguramente sucedería si la lanza se uniera directamente al bastidor en el centro de su lado menor.

Cuando se utiliza la fuerza de caballerías para efectuar la tracción, se enganchan éstas en los balancines *m*, *n*, *m'*, *n'* (fig. 4.^a), que á su vez pueden fácilmente engancharse en los ganchos *p*, *p'* ó *r*, *r'*, según el sentido en que la tracción haya de tener lugar.

En los espacios H, H' (fig. 4.^a), se alojan cajas de palastro *a*, *b*, *c*, *d* (fig. 3.^a), provistas de una tapa con su correspondiente candado, cuyas cajas sirven para guardar las llaves destornilladas, alcuza de grasa y el tubo acodado y embudo (fig. 6.^a), cuyo uso explicaremos más adelante. Para limpiar la superficie del cilindro compresor del barro y sustancias extrañas que pudieran adherirse á la misma, lleva el cilindro dos rascaderas, siendo la una ó la otra la que funciona, según el sentido en que el rodillo marche.

Se componen dichas rascaderas de dos barras de fundición *l*, *l'*, *t*, *t'* (fig. 3.^a), uno de cuyos lados afecta la forma de barra dentada, y colocada según la dirección de las generatrices del cilindro; estas barras van unidas al lado menor del bastidor por otras *sy*, *sy'*, las cuales pueden girar alrededor de los puntos *y*, *y'*; pesos *P*, *P'* mantienen siempre en contacto las barras dentadas con la superficie del cilindro. Cuando se quiere que una de las rascaderas no funcione, basta hacer girar las barras *s*, *y* ó *s*, *y'* alrededor de los puntos *y* ó *y'* hasta que descansen sobre el bastidor la barra dentada.

Lleva, por último, el rodillo dos frenos MN (fig. 2.^a), que siendo enteramente idénticos, nos basta con describir uno de ellos. Consta de una palanca acodada, *a, b, c*, articulada en la parte inferior del bastidor en el punto *b*; el brazo *ab* lleva articulado en *a* una varilla vertical, que atraviesa el bastidor por un taladro de forma rectangular, cuyo lado menor es igual al diámetro de la varilla, y cuyo lado mayor es doble de aquél. De esta manera, la posición de la varilla AN puede separarse de la vertical girando alrededor del punto *a*, así como ocupar diferentes posiciones verticales á lo largo del lado mayor del taladro; desde la cuarta parte de su longitud, á partir del punto *a*, la varilla *aN* es un tornillo, en el cual se atornilla una tuerca, que se puede hacer girar por medio del volante *f*.

El freno puede por esa disposición hacerse funcionar, bien por medio del volante *f*, bien valiéndose de la palanca *b e*.

En efecto; basta dar vueltas al volante en uno ú otro sentido, para que avanzando ó retrocediendo el tornillo, haga girar en uno ú otro sentido el brazo *a b* y oprimir ó aflojar la zapata *z* sobre la superficie del cilindro.

Si no quiere emplearse el volante, basta hacer girar con la mano, directamente, el brazo *b c* de arriba á abajo, para oprimir la zapata contra la superficie del cilindro.

Este procedimiento, muy parecido al que usan los carreteros cuando aprietan en la bajada de las pendientes las «galgas» de los carros, facilita mucho el manejo del freno, puesto que á ello están habituados los que ordinariamente tienen que manejarlo, cuando se emplea el rodillo en la consolidación del firme de una carretera.

El peso del rodillo, tal cual lo dejamos descrito, es de 6.140 kilogramos, pudiendo aumentarse dicho peso hasta 7.885 kilogramos, de la manera siguiente:

Desatornillado el tapón *o'* (fig. 3.^a), el cual (fig. 5.^a) dejamos ya descrito, se atornilla en su lugar el tubo acodado *a b* (fig. 6.^a), por el extremo *a*, á cuyo tubo se le empalma á rosca, por el extremo *b*, el embudo *c d*.

Se vierte en dicho embudo la cantidad de agua necesaria para llenar por completo, si se quiere, el tubo interior, de los dos que componen el cilindro compresor, y cuando esto tenga lugar, el peso de la sobrecarga será de 410 kilogramos, siendo el peso total del rodillo, con su sobrecarga, 6.550 kilogramos; de la misma manera puede llenarse de agua el espacio comprendido entre los dos tubos, para lo cual basta introducir el liquido por el taladro *v*; cuando esto tenga lugar, el peso de la sobrecarga habrá aumentado 1.335 kilogramos, y el peso total del rodillo y la sobrecarga será 7.885 kilogramos.

Es decir, los dos compartimientos llenos de agua. 7.885 kilogramos.
Con el compartimiento exterior lleno de agua.. 7.475 .. »

Con el compartimiento central lleno de agua. 6.550 kilogramos.
Completamente vacío. 6.140 »

Cuando se quiera desalojar por completo el agua de uno de los dos compartimientos, ó bien parte de la que en alguno de los dos se halle contenida, basta hacer rodar el cilindro hasta que los taladros *o ú o'* queden en el diámetro vertical y en la parte de éste comprendida entre el centro y el terreno; se desatornillan los tornillos que cierran dichos taladros y se mantiene el cilindro inmóvil hasta que salga todo el agua, ó bien se le hace avanzar de manera que los taladros *o ú o'* describan un ángulo que se aproximará tanto más á 180°, cuanto menor sea la cantidad de agua que se quiera hacer salir de los tubos, y cuyo ángulo sería bien fácil de determinar en teoría. Vemos, pues, que el cilindro puede trabajar con un peso que varía entre los límites tan distantes, como son 6.140 y 7.885 kilogramos, pudiendo pasar de uno al otro extremo por aumentos graduales tan pequeños como se quiera.

Es, por consiguiente, posible graduar la presión sobre la superficie que se trata de afirmar, según lo exijan la naturaleza de los materiales, el grado de sequedad ó de humedad de la atmósfera, la inclinación de la rasante y el estado de avance en que se encuentre la consolidación. En la reparación de la carretera de Cuesta de Castilleja á Badajoz, ha funcionado perfectamente el cilindro que dejamos descrito, verificándose la tracción del rodillo sin sobrecarga, enganchando hasta ocho caballerías en pendientes que llegaban al 4 por 100; el número de caballerías ha sido aumentado hasta 10, cuando las pendientes excedían del 4 por 100 y no pasaban de siete.

Con el cilindro completamente lleno, y en igualdad de condiciones, ha sido necesario llevar el número de caballerías hasta 10 y 14 respectivamente.

En pendientes superiores al 7 por 100 no se ha empleado este cilindro.

Como resultado de la práctica, hemos deducido la conveniencia de modificar el sistema de rascaderas, pues terminada la operación de cilindrar 6 kilómetros, desaparecieron por completo los dientes de aquéllas y acaso sería conveniente modificar la barra dentada por una lámina circular, tangente á la superficie del cilindro.

Puede tal vez parecer á primera vista, que en razón al gran número de caballerías que es necesario para la tracción del cilindro, ha de resultar el cilindrado á muy alto precio; pero téngase en cuenta que en igualdad de circunstancias un firme que tardaría determinado tiempo en consolidarse por efecto del cilindrado, empleando un cilindro de menor peso, se consolidaría mucho antes empleando el que dejamos descrito.

Como prueba de ello, citaremos lo ocurrido en la reparación de los seis

primeros kilómetros de la carretera de segundo orden de Cuesta de Castilleja á Badajoz, cuya obra se ha llevado á cabo por el sistema de administración.

El cilindrado, comprendido el riego necesario y demás faenas á dicha operación anexas, fué destajado á razón de 0,30 pesetas el metro lineal de carretera cilindrada, de ocho metros de anchura; la administración tenía obligación de proporcionar cilindro al destajista, y puso á disposición de éste un cilindro de cajones cuyo peso, con sobrecarga, era 5.300 kilogramos, y el cilindro que nos ocupa, dejándole en libertad de usar el que más le conviniera. Empezó empleando el cilindro de menor peso, para cuya tracción nunca tuvo necesidad de enganchar más de 10 caballerías; á los dos días de trabajo abandonó dicho cilindro y comenzó á servirse del otro, en el cual nunca enganchó menos de 10 caballerías, teniendo necesidad de enganchar hasta 14, cuando el cilindro trabajaba con toda la sobrecarga; sin embargo, el efecto útil producido en dos días fué en mucho superior al producido en los dos primeros días de trabajos, y terminó la operación sin dejar de usar el cilindro de mayor peso que dejamos descrito, habiendo resultado, según las notas que hicimos llevar, que el metro lineal de carretera cilindrada había costado al destajista á razón de 0,27 cada uno de ellos empleando el cilindro más pesado, al paso que los 300 metros de carretera cilindrada en los dos primeros días; con el cilindro de cajones, á pesar de haber favorecido el tiempo lluvioso la operación, habían resultado á 0,30 cada uno, no quedando la consolidación completamente hecha; tanto, que fué necesario después dar con el cilindro mayor nuevos pases en dichos 300 metros, ya cilindrados con el cilindro de cajones.

En aquellas provincias de España en las que pueda aplicarse la fuerza de los bueyes para hacer la tracción del rodillo, es seguro, en nuestra opinión, que sirviéndose de uno análogo al que hemos descrito, el metro lineal de carretera cilindrada, siendo ésta de segundo orden, resultará á un precio menor de 0,27 pesetas. En la provincia de Sevilla no es siempre posible verificar la tracción con bueyes, porque no hay la costumbre de herrarlos y los carreteros no se prestan fácilmente á alquilarlos, porque trabajando sin herrar sobre la piedra machacada extendida en la caja de la carretera, los exponen á lastimarse de la pezuña.

MARIANO DE CÁRCER,
Ingeniero de Caminos.

MADRID: 1887.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE GREGORIO JUSTE.

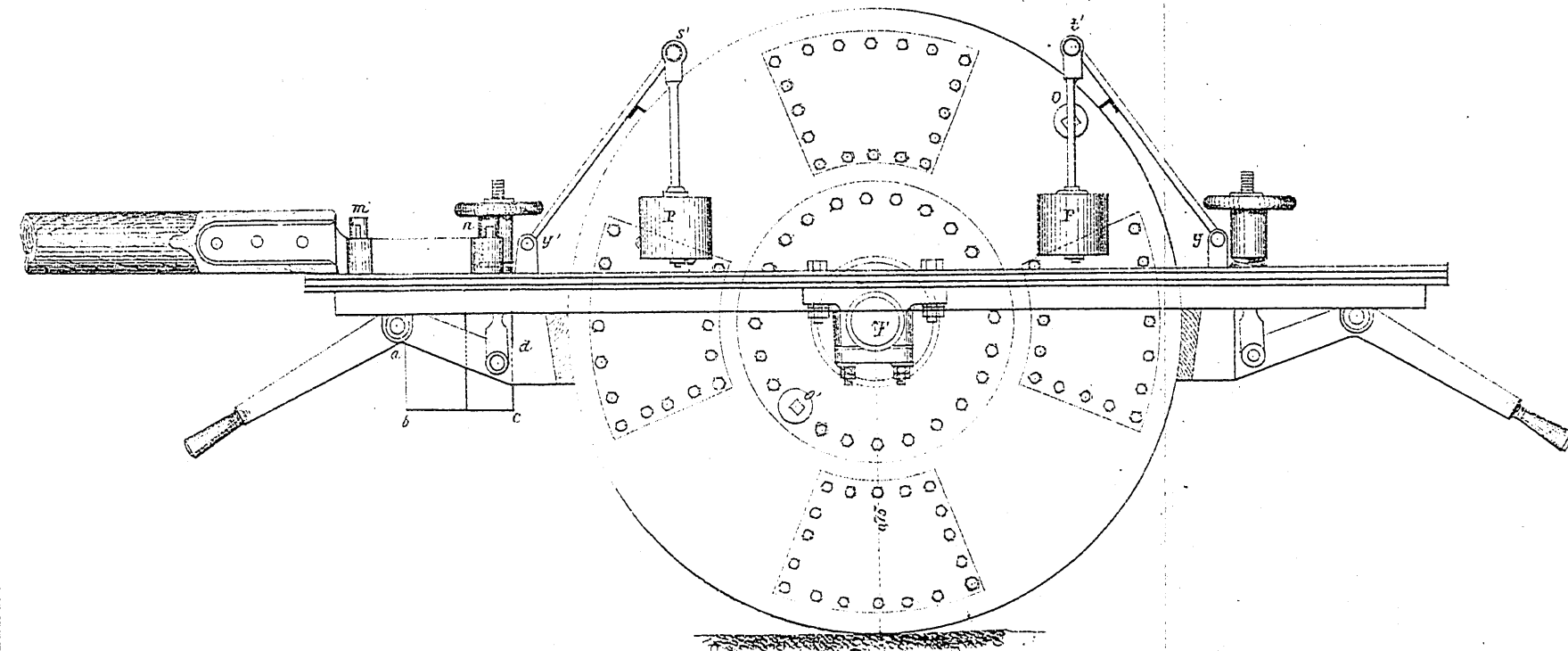
Calle de Pizarro, número 15, bajo.

RODILLO PARA EL AFIRMADO DE CARRETERAS.

Escala de 1:16.

ALZADO.

Fig.^a 3.^a



SECCION LONGITUDINAL.

Fig.^a 2.^a

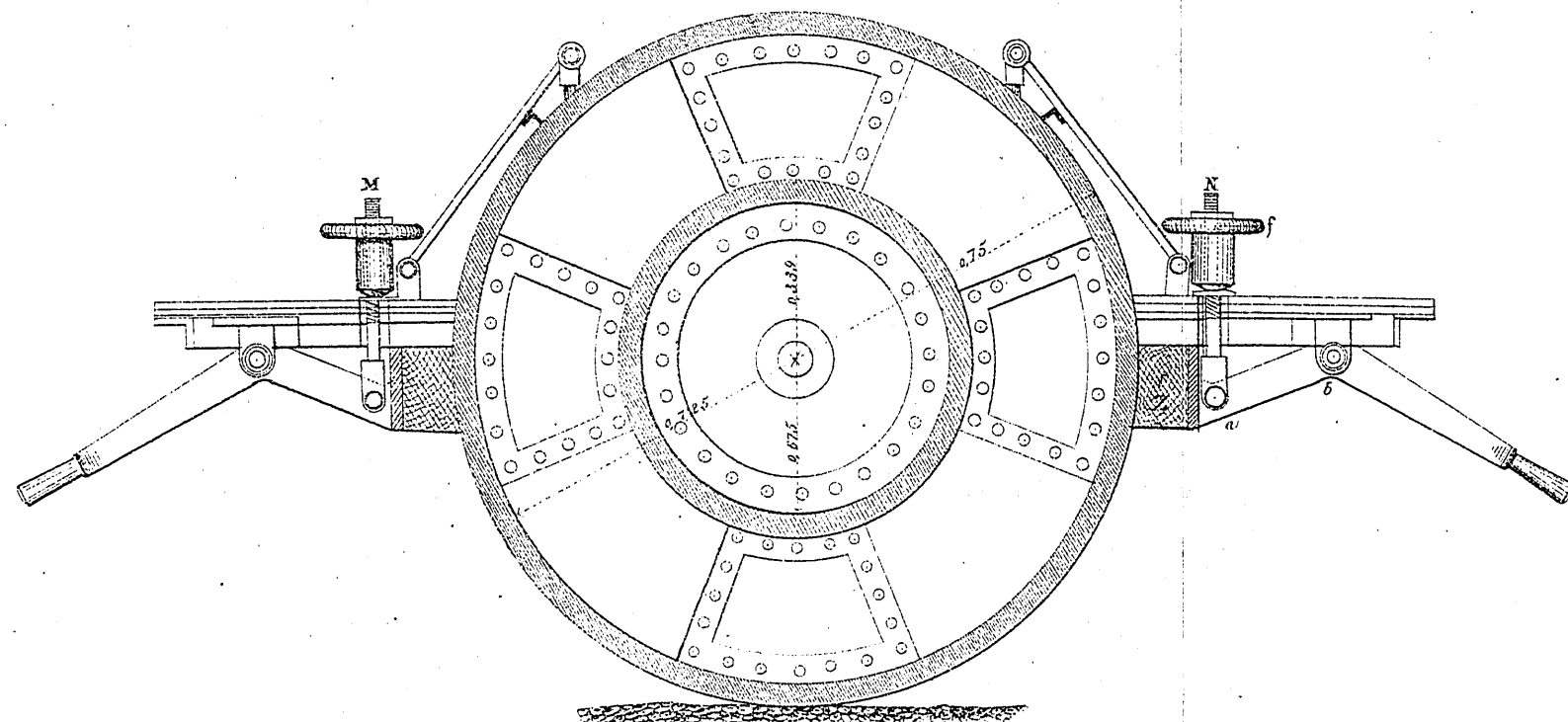
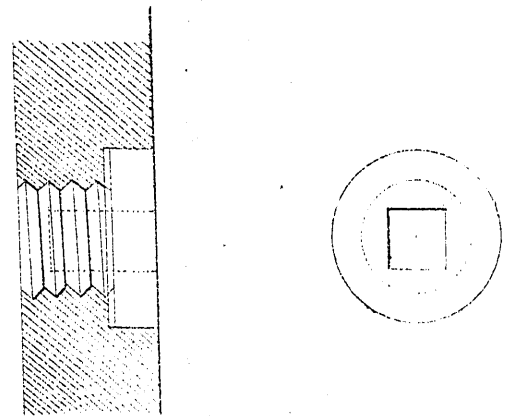
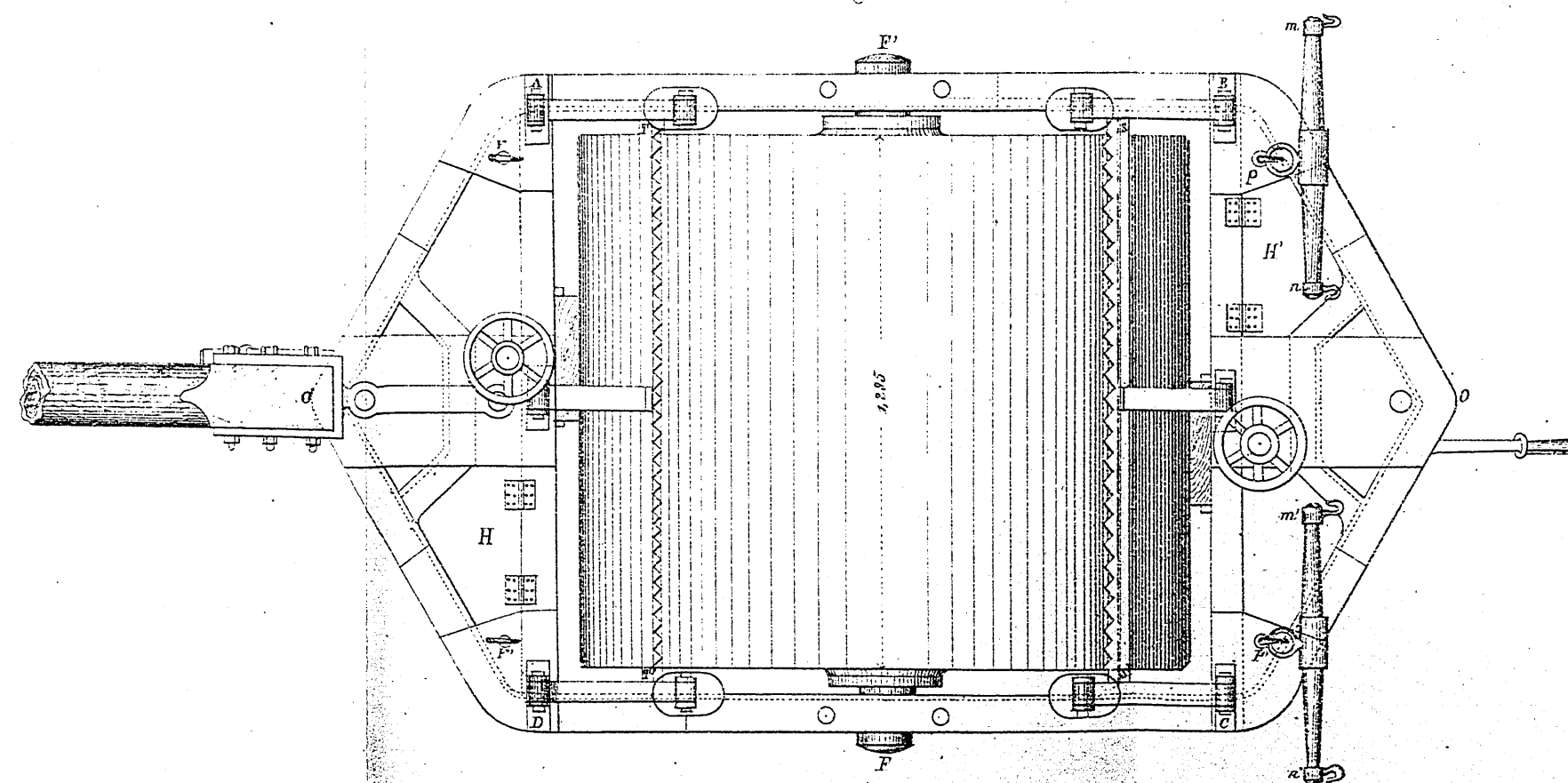


Fig.^a 5.^a



PLANTA

Fig.^a 4.^a



SECCION TRASVERSAL.

Fig.^a 1.^a

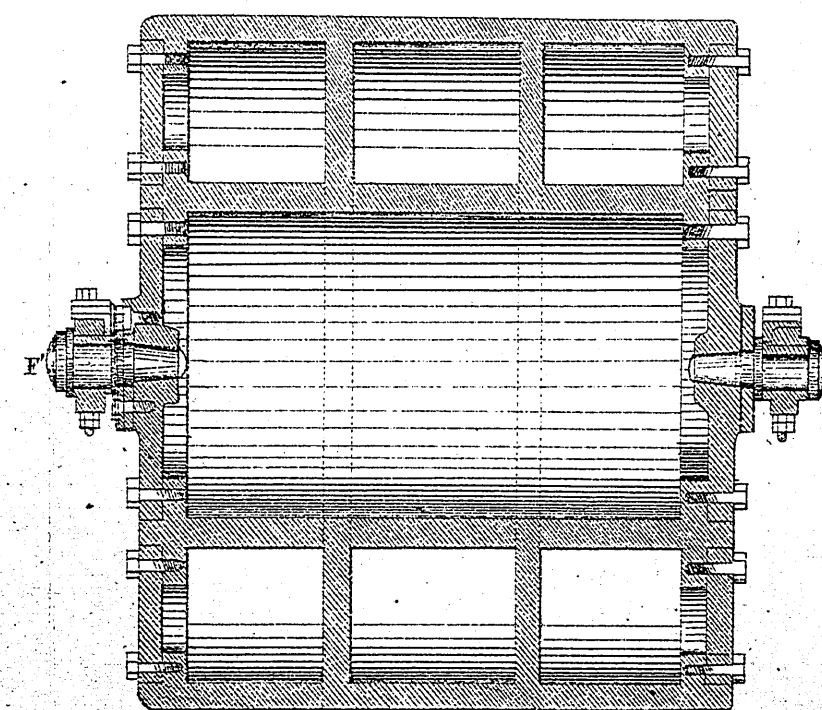
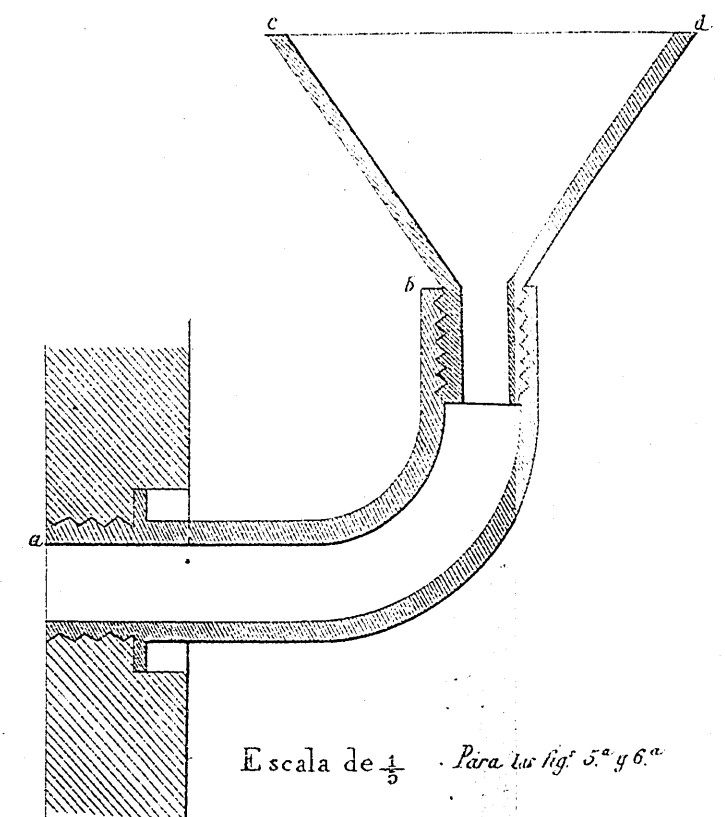


Fig.^a 6.^a



Escala de $\frac{1}{2}$. Para las figs. 5.^a y 6.^a