

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

TÚNELES EN CARRETERAS

En dos grandes grupos pueden clasificarse los túneles que se construyen para el paso de las carreteras.

Al primero corresponden los grandes, los de longitud relativamente larga, que presentan todos los inconvenientes de esta clase de obras; costosos de ejecución, difíciles de conservar por la humedad casi constante que en ellos reina y que estropea el afirmado y de viabilidad más difícil aún por las precauciones que á su paso hay que tomar, pues la desigual superficie de rodadura y el efecto que la oscuridad produce en las caballerías entorpecen grandemente el tránsito.

Sólo en casos muy especiales, en que puede decirse que no hay otro medio de resolver el problema, y es éste el último recurso de la ciencia del Ingeniero de Caminos, deben proyectarse para salvar pasos muy difíciles, ya por la topografía del terreno, ya por circunstancias locales, grandes acumulaciones de nieves ó frecuentes y peligrosas avalanchas. Como ejemplo de ellos podemos citar el tan conocido de Lorian y algunos en los Alpes, en que la iluminación artificial sólo en muy pequeña parte atenúa los inconvenientes señalados.

Los del segundo grupo, los pequeños, con longitudes que no pasen en general de 100 metros, y sólo por excepción lleguen á 150 metros, tienen muy útil aplicación en gran número de casos, y son un excelente recurso para vencer los obstáculos que se encuentran en algunos trazados, constituyendo una solución á la vez técnica y económica.

De ellos hay tres ejemplos en la provincia de León: los de *Los Barrios de Luna*, *Peña Negra* y *Angoyo*, que describiremos con algún detalle, por si pudieran servir de alguna enseñanza.

Generalidades.—La cordillera cántabro asturiana, poderosa barrera de rocas, enlace de las provincias de León y Oviedo, lanza hacia el Norte y Sur numerosas y altas estribaciones que separan los valles por los cuales se desarrollan las carreteras que desde Castilla entran en el Principado, utilizando para el paso de una y otra vertiente los puertos ó collados de la división principal.

Todos estos valles, principalmente en la zona alta de la región montañosa, afectan en su topografía el tipo de *rosario*, como originados por los grandes trabajos de erosión de las aguas en la época glacial, que destruyendo las rocas más blandas formaron ensanchamientos de mayor ó menor ex-

tensión, hoy vegas separadas unas de otras por crestones ó contrafuertes de los terrenos primitivos, cuarcitas ó calizas metamórficas, que á causa de su mayor dureza resistieron al choque de aquellas imponentes fuerzas.

Resultan, pues, así las laderas interrumpidas de trecho en trecho por masas de roca que avanzan hasta el fondo del valle como enormes cuchillos ó redientes de poco espesor en general, ó como altísimos acantilados de más ó menos longitud.

La mayor parte de estos obstáculos pueden salvarse sin muchas dificultades, pero no económicamente, con grandes desmontes verticales ó en trampa y elevados muros; pero hay algunos que, ó por tener poco grueso el crestón que emerge de la ladera verticalmente, ó por ser completamente seguida y á pico sobre el río la pared del cantil, de no gran longitud por otro lado, la solución del túnel se impone por ser la más barata y técnica, la única posible, pudiéramos decir.

Pero hay más; como en estos valles las carreteras suben ciñéndose lo más posible al terreno con la pendiente del río, la travesía de los acantilados hay que hacerla en general á poca distancia del paramento, de tal modo que es fácil abrir una ventana intermedia para dar luz á los túneles, que resultan así perfectamente claros, desapareciendo su principal inconveniente.

Túnel de Los Barrios de Luna.—La carretera de La Magdalena á Belmonte, que sigue desde su origen el curso ascensional del río Luna hasta pasar á Oviedo por el puerto de Somiedo, entra de lleno en la categoría de las ya descritas por sus condiciones de trazado y las del valle que recorre, uno de los más ricos de León. Á poca distancia de su arranque, en el kilómetro 4, encuentra una enorme masa de roca que avanza su pie hasta el río, la que se puede salvar, no sin sostener la caja con algunos muros, subiendo la traza por encima de la peña para volver luego á buscar el fondo del valle; por éste continúa con un trazado muy sinuoso, y después de pasar otro estrechamiento sin grandes dificultades, porque viene el contrafuerte á morir suavemente al río y basta una pequeña contrapendiente, se llega al ensanche ó circo donde se asienta el pueblo de Los Barrios de Luna, muy extendido y separado en grupos de casas (de ahí su nombre) y se presenta de frente el obstáculo mayor de toda la línea, las Peñas del Castillo, así llamadas porque en la estrecha meseta que las corona se asentaba el antiguo y famoso Castillo de Luna, una de las llaves de Asturias en las primeras épocas de la Reconquista. Sale este enorme crestón, todo de caliza, normalmente de la ladera y sin perder altu-

ra, y con elevadas paredes á pico á uno y otro lado y en el frente, muere en el río, cuyo curso casi cierra en unión del más pequeño que lanza la otra ladera, hasta tal punto que apenas dejan sitio á la corriente.

La figura núm. 1 da perfecta idea de la disposición que presentan.



Fig. 1.ª

Ante paso de tal dificultad, hubo que estudiar detenidamente todas las soluciones posibles, y, desde luego, se presentó la de desviar la traza á la derecha según la línea azul (figura 2.ª), apoyándola en la ladera, y con pendientes no muy suaves, aun aprovechando el mayor desarrollo, alcan-

zar una pequeña depresión que presenta el contrafuerte de roca en su arranque, y descender luego del mismo modo al valle, continuando otra vez la dirección general del trazado.

Á más del aumento de recorrido que produce la desviación, y el gran movimiento de tierras, la necesidad de ganar aquella altura con fuertes rampas por uno y otro lado, constituía una limitación tal y unos perjuicios tan evidentes para el tránsito, que hubo que abandonar esta solución. Llevar la línea hasta el pie de la peña en el río, para rodearla apoyando la caja por un lado en muros, y por otro haciendo desmontes en trompa, tampoco se podía porque, no sólo la roca llena de grietas y profundas hendiduras no se prestaba á tal excavación, gravitando sobre ella todo el alto acantilado, sino que era costosísimo y difícil fandar los muros en el centro de la corriente que con grandes profundidades barría la roca.

Se pensó también hacer un puente en el desfiladero, aprovechando las buenas condiciones del emplazamiento, por su corta línea de agua y buen cimiento, á reserva de volver más adelante con otro puente la carretera á la ladera que se venía siguiendo, y que por otras consideraciones no podía abandonarse; pero aparte de lo caro de esta solución, era prácticamente inaceptable porque había que pasar terrenos completamente descompuestos y corredizos, imposibles de sostener, como no se sostienen en el estrecho camino de herradura que les cruza, y además en ladera de exposición al Norte, de que hay que huir á toda costa en estos trazados de montaña.

No había otra solución que la del túnel, que resultaba,

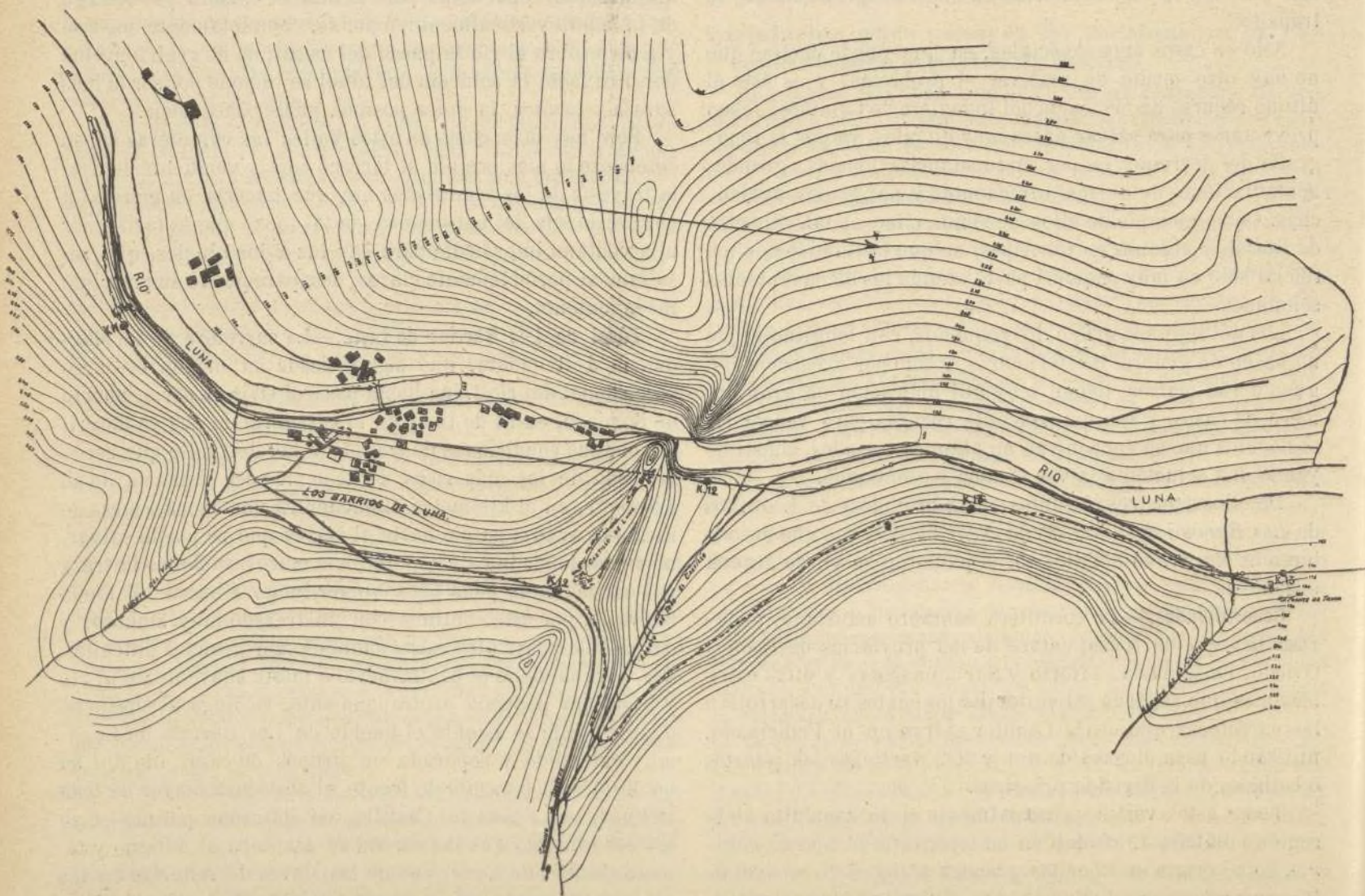


Fig. 2.ª

hecha la comparación con la del rodeo, más económica y más técnica desde luego.

Escogido el sitio en que el enorme crestón tenía menor espesor, allí se dirigió la carretera con una hermosa recta de 815,20 metros de longitud, con la que se pasa al otro lado; pero como el contrafuerte se ensancha mucho en su base como indica el perfil longitudinal (fig. 3.^a), para disminuir la longitud de la perforación, así como la altura y volumen de las trincheras de acceso, se proyectó subir con una rampa de 282 metros de larga al 5 por 100 á la horizontal del paso, desde la que se bajaba después con más suavidad á la margen del río.

Según el proyecto, la longitud en subterráneo debiera

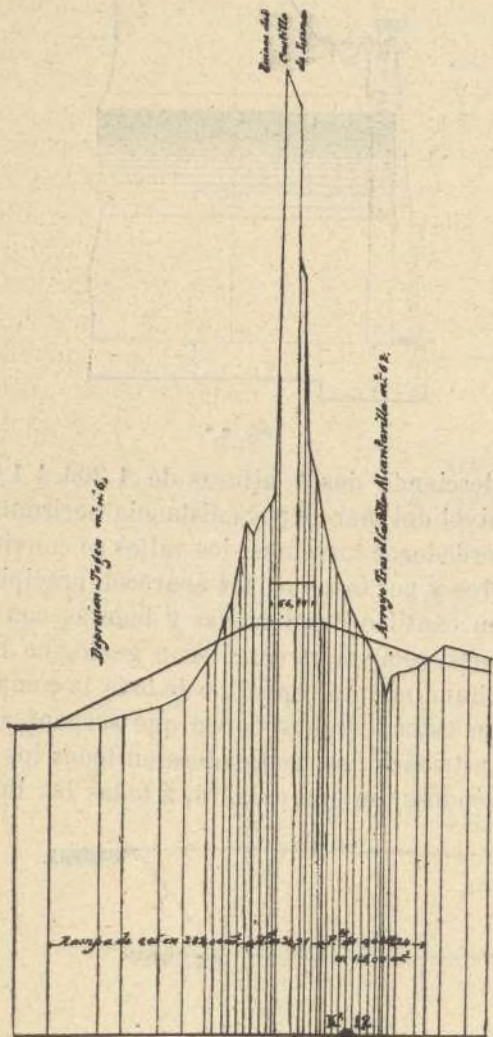


Fig. 3.ª

ser de 74,91 metros, la misma de la rasante horizontal, pero se calculaba que sólo la parte central podría abrirse en roca viva y que las boquillas y pequeñas longitudes á uno y otro lado llevarían revestimiento por ser poco compactos y duros los terrenos de la base.

Al efectuar la obra, se vió que estos derrames ó ensanches del crestón estaban formados por tierra y piedras de diferentes tamaños, algunas muy grandes, producto de la descomposición de la masa por los agentes atmosféricos en largo transcurso de siglos y fué imposible en absoluto emboquillar el túnel hasta llegar á la roca viva. Resultó así muy disminuído de longitud, 56,98 metros; pero, en cambio, las trincheras de avenidas alcanzaron en el eje las cotas máximas de 16,38 y 19,49 metros.

La apertura de la galería, boca Sur (fig. 4.^a), se hizo por los procedimientos ordinarios, sin dificultad alguna, en una caliza azulada de gran dureza; tan sólo en la boca Norte (figu-

ra 5.^a), aparecieron bancos de pizarra oscura más blanda, en los que se produjeron algunos pequeños desprendimientos.

Los taludes de las trincheras se sostienen perfectamente á pesar de no ser muy tendidos; el túnel resulta perfectamente iluminado, y en los ocho años que lleva abierto no se ha producido incidente alguno y el tránsito se hace sin el menor entorpecimiento, patentizando así la excelencia de la solución elegida.

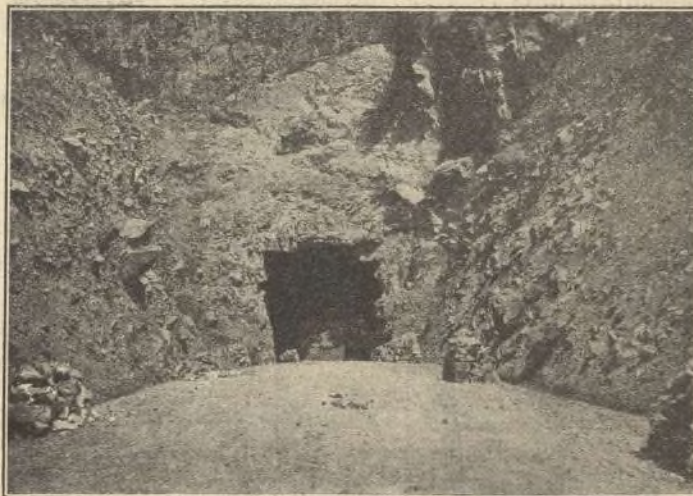


Fig. 4.ª

La sección adoptada es de bóveda de medio punto sobre estribos en talud, como indica la figura 6.^a, con las siguientes dimensiones:

Ancho en la base, 4 metros, correspondiendo 3^m,50 al firme y 0^m,25 por cada lado de los paseos, y dos cunetas de 0^m,40 X 0^m,40, suficientes para recoger el agua de filtración de la bóveda y paredes, que aquí es muy pequeña, tanto que en la mayor parte de las épocas el túnel está completamente seco.

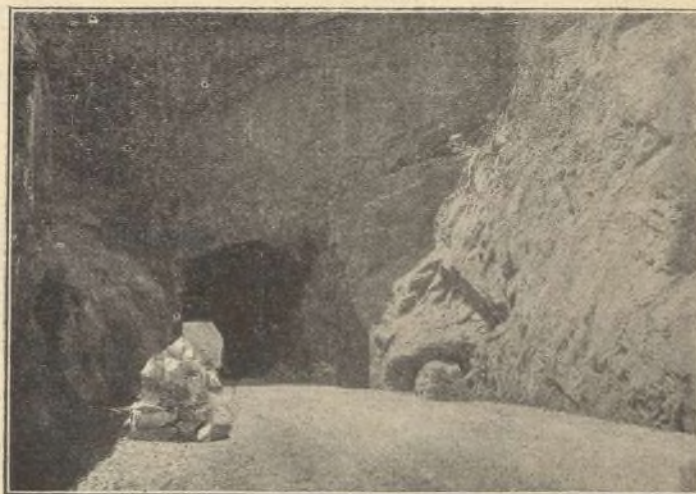


Fig. 5.ª

Altura bajo la clave, 6,25 metros.

Anchura máxima á 3,25 metros de altura, 5,60 metros.

Idem en el arranque de la bóveda á 3 ídem íd., 5,55 metros.

Radio del círculo, 2,80 metros.

Con esta forma y altura libre pasan perfectamente el túnel los carros, que circulan mucho por la comarca, cargados de heno, paja y leña, materiales que por su poco peso ocu-

pan mucho espacio, tanto en alto como en ancho. Puede decirse que es la sección indicada para estos transportes.

En cuanto á la latitud de la explanación, claro está que no permite el cruce de dos carros, pero no es este inconveniente para el tránsito, dada la corta longitud del subterráneo, en línea recta, y, por tanto, viéndose perfectamente las dos bocas. Además, en las entradas se ha ensachado algo la carretera, constituyendo semiapartaderos.

En el proyecto figuraba también una sección con revestimiento (figuras 7.^a y 8.^a) de mampostería concertada curva en la bóveda de 0,50 metros de espesor, sobre estribos de

Sahagún á las Arriendas, que arrancando del ferrocarril de Palencia á la Coruña, sube por el valle del río Cea, para pasar después al del Esla, que sigue hasta su nacimiento y atravesando la cordillera Cantábrica por el puerto de Pontón, en las estribaciones de los Picos de Europa, entrar en Asturias.

La bajada de este puerto presenta los mismos caracteres que las de todos los de más altos collados de aquella, pues

Sección en roca.

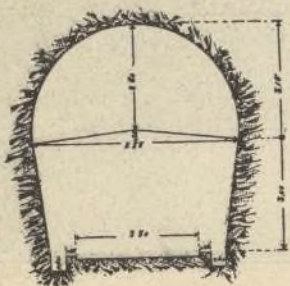


Fig. 6.ª

Sección con revestimiento.

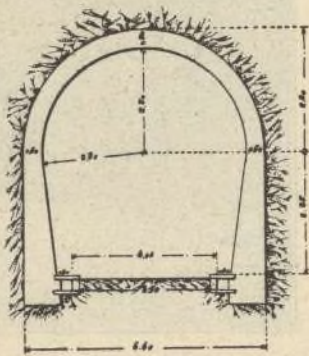


Fig. 7.ª

Sección transversal.

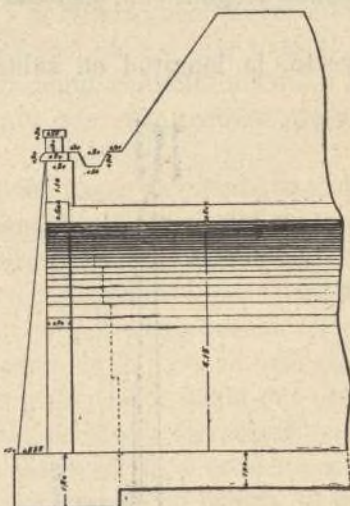


Fig. 8.ª

la misma fábrica recta, con el paramento interior vertical y con cunetas revestidas con solera y cubierta.

Igualmente se proyectaron los frentes (figuras 8.^a y 9.^a), en forma sencilla, pero al mismo tiempo de buen aspecto, con esquinas, cadenas y boquillas de sillería recta y apantillada, frentes de mampostería concertada recta y muros de acompañamiento de mampostería ordinaria.

Son modelos que pueden tener perfecta aplicación en casos análogos, pues resultan económicos y con dimensiones de buena resistencia.

como se descende desde alturas de 1.300 á 1.400 metros hasta el nivel del mar en poca distancia horizontal, los arroyos son verdaderos torrentes, los valles se convierten en derrumbaderos y por todas partes aparecen precipicios, masas de roca en cantil ó desplomadas y laderas con fuertísimas inclinaciones, como si un cataclismo geológico hubiera producido el hundimiento repentino de toda la comarca. Las carreteras en estos terrenos tienen que serpentear, rodeando todas las estribaciones, metiéndose en todos los valles y valles, ciñéndose, en una palabra, á todas las inflexiones de

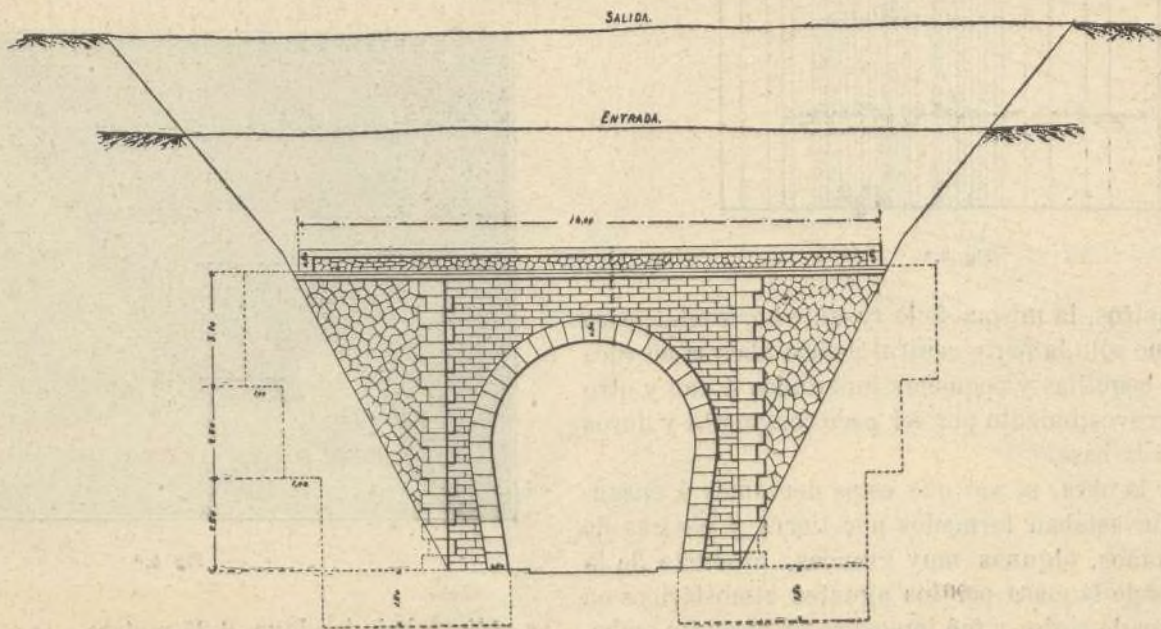


Fig. 9.ª

El coste de excavación del metro cúbico de caliza en túnel resultó de 12,50 pesetas, y el del metro lineal de 361,60 pesetas,

Túnel de Peña Negra.—Una de las carreteras de mayor longitud y más antiguas de la red de esta provincia es la de

la superficie para llegar al fin de la bajada con un trazado natural. En muchas ocasiones, y la que nos ocupa es una de ellas, no se consigue esto sino empleando algún zig-zag.

En medio de la abrupta bajada del puerto de Pontón, en que casi sin interrupción hay que levantar muros para

sostener la caja, y alternar los grandes desmontes y las profundas trincheras con altas obras de fábrica, pontones, pequeños viaductos, etc., tropieza repentinamente la línea con una enorme mole rocosa que avanza á pico sobre el río desde la ladera con un ancho de 440 metros y una altura media de 150 metros.

Nada tan imponente como el aspecto que, visto desde el fondo del torrente que se precipita á su pie, presenta este macizo de cuarcitas y calizas, con sus altísimos acantilados y sus escarpes, verticales en unos puntos, y en otros con profundas trompas naturales que ruedan hasta 8 ó 10 metros, y toda la superficie hendida y agrietada con lisos de cortes

ja ó profunda depresión vertical del contrafuerte, salvada con un puente de arco escarzano con estribos perdidos, que sigue la forma del corte de tal modo que la luz del frente de aguas abajo 15 metros, se reduce á 7,50 metros en la de aguas arriba (fig. 11).

Da idea esto de lo difícil de aquel paso.

Resulta el túnel, á pesar de su longitud, bastante claro, porque hacia su mitad y por medio de una pequeña galería normal de 7,50 metros de longitud, se ha abierto una ventana de $2^m,50 \times 3^m,50$ de superficie, por la que entra en abundancia la luz.

La sección adoptada es la de las figuras 12, 13, boca Nor-

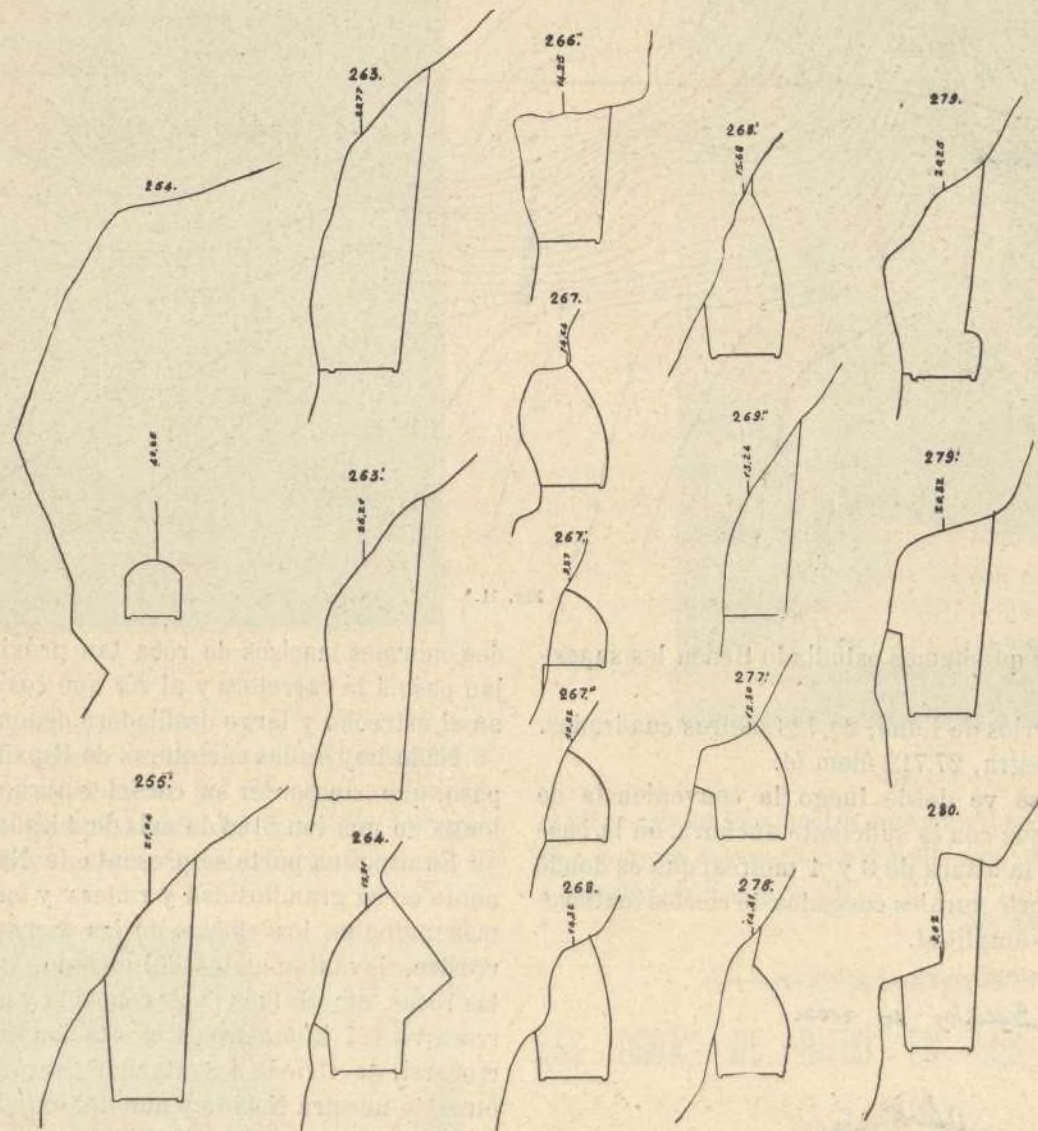


Fig. 10^a

hasta 40 y 50 centímetros, que dividen la peña en todas direcciones.

Á este paso difícil, como de los más peligrosos que puede encontrarse en un trazado, llega la carretera por la mitad de su altura, próximamente, y si bien en la segunda parte del enorme contrafuerte pudo hacerse la caja merced á grandes desmontes, trincheras y trompas, con los trabajos y dificultades de estudio y ejecución de que dan pálida idea los perfiles transversales (fig. 10), en la primera era imposible ni aun intentarlo por el estado de agrietamiento de la roca en la pared del cantil, que no permitía abrir desmontes en trompa, única excavación á cielo abierto en que podía pensarse.

Se impuso, pues, la solución de perforar la roca con un túnel de 96 metros de longitud que desemboca en una valle-

te, y 14, boca Sur, de estribos verticales de 4 metros de altura, sobre la que se apoya un arco rebajado de 3,08 metros de radio y $1^m,50$ de flecha, lo que da una altura total de 5,50 metros.

El coste del metro lineal en túnel abierto en cuarcita ascendió á 24 pesetas y el del metro lineal á 665,90 pesetas.

La anchura de la carretera se redujo á 4,50 metros, de los que corresponden 3,50 metros al firme y 0,50 metros á cada uno de los paseos, con dos cunetas de $0,40 \times 0,40$ metros. En realidad, la latitud que se ha dado en este caso permite que se crucen dos carros, pero como esto ha de ser difícil y peligroso por la disminución de luz, es preferible siempre adoptar desde luego la solución económica de túnel estrecho para que un sólo vehículo circule con amplitud, con semiapartaderos en las entradas como en el de Los Barrios de Luna.

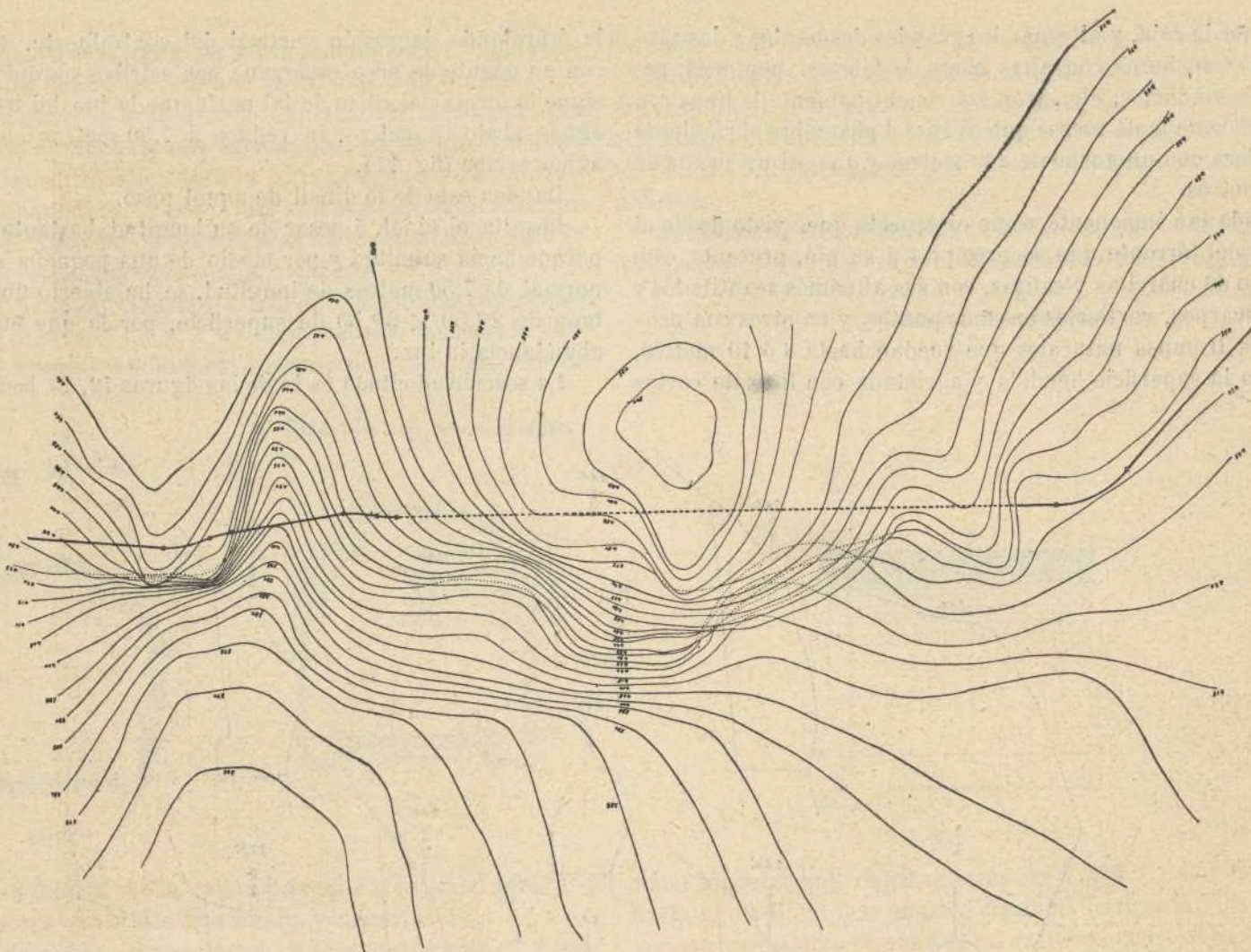


Fig. 11. *

Las dos secciones que hemos estudiado tienen las superficies siguientes:

Túnel de Los Barrios de Luna, 29,728 metros cuadrados.

Túnel de Peña Negra, 27,712 ídem íd.

Comparándolas se ve desde luego la conveniencia de adoptar la primera que con la suficiente anchura en la base ensancha más hacia la altura de 3 y 4 metros, que es donde los carros de transporte rurales cargados de ciertos materiales necesitan mayor amplitud.

Sección en roca.

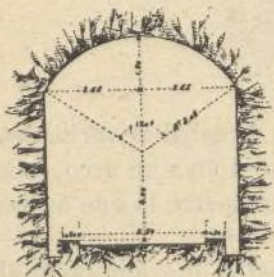


Fig. 12. *

En cuanto á la altura, pudiera adoptarse en algunos casos la de 5,50 metros; pero, en general, creemos preferible, para tener en cuenta todas las contingencias, la de 6 metros, pues el aumento de sección que resulta no es grande.

Túnel de Angoyo.—Al final de la bajada del puerto de Pontón, la cuenca, de forma casi circular, comprendida entre la cordillera principal y dos altas estribaciones donde se recogen las aguas origen del río Sella, aparece cerrada por

dos enormes macizos de roca tan próximos, que apenas dejan paso á la carretera y al río que casi confundidos entran en el estrecho y largo desfiladero denominado los Veyos.

Nada hay en las carreteras de España comparable á este paso, que sin perder su carácter abrupto y salvaje se prolonga en una longitud de más de 4 kilómetros.

En ninguna parte se presenta la Naturaleza más imponente en su grandiosidad y rudeza y en ningún sitio se ven más patentes los efectos de las fuerzas del dinamismo terrestre, levantamientos del terreno, grandes erosiones en las rocas, etc. Si fuese más conocido y no tan distante del ferrocarril (27 kilómetros á la estación de Arriendas en el ferrocarril de Oviedo á Santander), sería, con más razón que otros de nuestra Nación y aun del extranjero, obligado punto de visita de los turistas.

En todo este trayecto el río corre y salta en rápidos y cascadas, sobre su estrecho cauce de roca y la carretera ocupando parte de él, porque no tiene otra salida, apoya la mitad de la caja en muro y excava la otra media en los manantiales del desfiladero con altos taludes verticales ó en trompa.

Cuando son muy grandes los obstáculos y muy costosos de vencer, la línea cambia de ladera, pasando ya sobre un puente natural formado por enorme roca, que desprendida de lo alto quedó en su caída acuñada sobre otras de ambas márgenes, ya sobre arcos de diversas luces, algunos no completos, que estriban también directamente sobre las masas de caliza.

Y así, á costa de enormes gastos y de grandes trabajos, se llega á un punto al final del estrechamiento en que casi se cierra por dos poderosos contrafuertes, y no hay medio posible de pasar ni por una ni por otra margen, no quedando

otra solución que entrar en un túnel de 94 metros de longitud, el primero construido en León el año 1870.

La sección (fig. 15) es la misma que la del de Peña Negra, que sirvió de tipo para éste, y tiene también hacia el

deramente práctica, y que no resulte una solución costosa y antieconómica, y por tanto antitécnica también.

Es evidente que se han de utilizar más y más cada día á

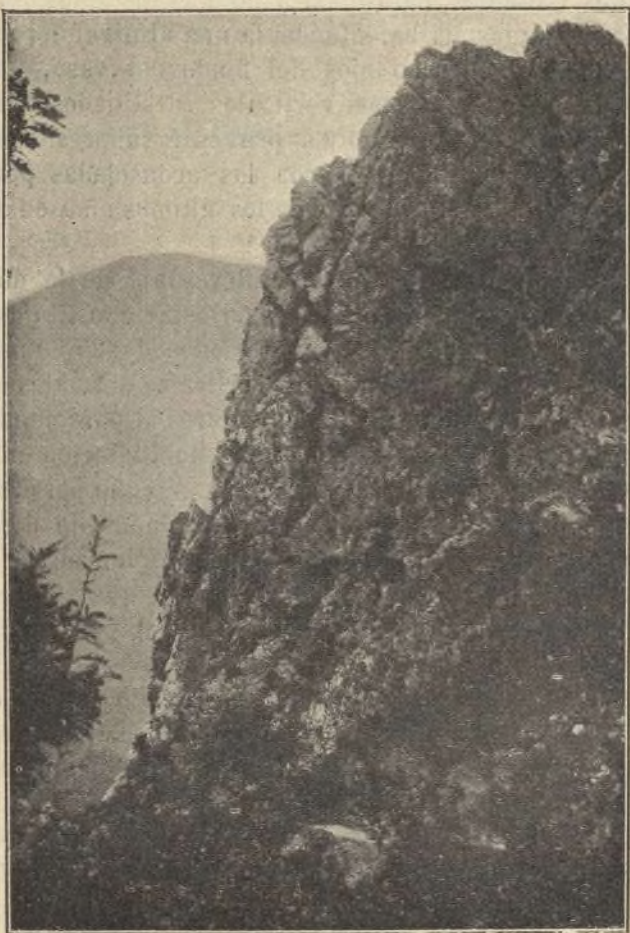


Fig. 13.ª

medio de su longitud un gran ventanal que lo ilumina, admirable punto de vista para el cañón del río aguas arriba.

Bastan estos tres ejemplos para dar á conocer los grandes servicios que pueden prestar los túneles en los pasos di-

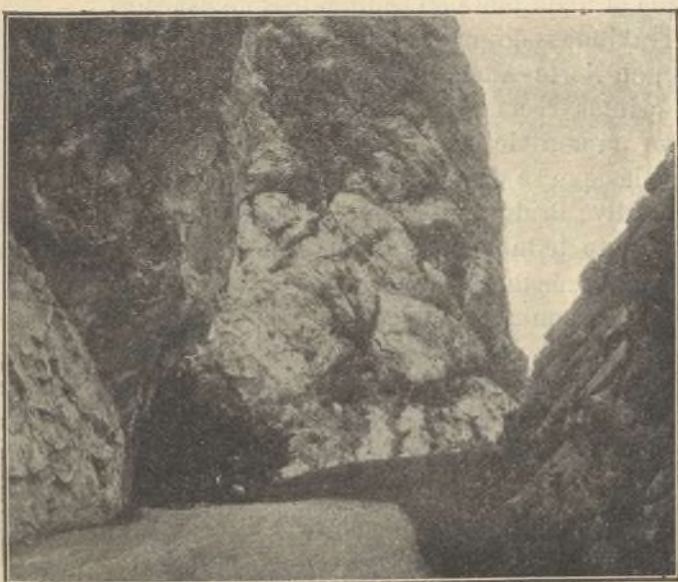


Fig. 14.ª

ficiles, tan frecuentes en los trazados de montaña, pero su empleo exige siempre un detenido estudio de la topografía del terreno y numerosos tanteos para elegir la línea verda-



Fig. 15.ª

medida que la locomoción automóvil se desarrolle y generalice, porque desaparece para ella uno de sus mayores inconvenientes, la obscuridad.

M. DIZ Y BERCEDÓNIZ.

LAS OBRAS DE RIEGO EN LOS ESTADOS UNIDOS

POR

DON JOSE NICOLAU

Y

DON NARCISO PUIG DE LA BELLACASA

(CONTINUACION)

Planta y perfiles de presas de fábrica.—Como está ocurriendo en todos los países, aun en aquellos que naturalmente gozan de lluvias abundantes y regulares, la construcción de presas ha adquirido gran desarrollo en los Estados Unidos en los últimos treinta años, no sólo en la región árida y semiárida, sino también en la húmeda, pues las necesidades de las poblaciones, siempre crecientes, han reclamado el establecimiento de embalses, que constituyen en la mayoría de los casos, para los grandes centros urbanos, la única solución práctica del problema del abastecimiento

de agua. El examen del gran número de presas de fábricas establecidas revela que los Ingenieros norteamericanos, menos aún quizá que los del antiguo continente, no han llegado á concretar sus ideas en tipos y disposiciones admitidos por la generalidad.

Circunscribiendo nuestras observaciones á las últimamente construídas, pueden muy bien considerarse dos grupos: las presas de arco, destinadas á cerrar gargantas de poca anchura, calculadas como bóvedas, y las que resisten tan sólo por su propio peso, empleadas para los valles más abiertos.

El buen resultado obtenido con las secciones reducidísimas de la presa superior de Otay, de Sweetwater y, sobre todo, de Bear Valley, ha animado, sin duda, á los constructores á perseverar en el sistema de las presas-bóvedas que, prudentemente aplicado, conduce ciertamente á economías muy importantes en el volumen de las fábricas, aun cuando requiere el empleo de morteros de la mejor calidad para obtener macizos homogéneos, resistentes y en cuanto sea posible impermeables.

Con todo, el mayor número de presas construídas corresponde al tipo de muro de sostenimiento, pues de ordinario las gargantas son demasiado anchas para que sea posible admitir que los arcos que pudiesen construirse y que requirieran espesores considerables, tendrían la elasticidad necesaria para resistir á la manera de las bóvedas.

En el cálculo de los perfiles, los Ingenieros se han atenido generalmente al procedimiento expuesto por Mr. Wegmann en su conocida obra *The Design and Construction of Dams*; es decir, que se limitan á proyectar las presas con la condición de que las curvas de presiones no salgan del tercio central, sin tener para nada en cuenta la consideración de posibles subpresiones que en los últimos tiempos ha conducido en Francia, España y Alemania á la adopción de perfiles más robustos que los propuestos por Castigliano, Rankine y los tratadistas franceses anteriores á 1892, cuyos métodos adoptó el citado Wegmann. Tampoco han sido empleadas hasta muy recientemente las pantallas, terraplenes, pozos ó conductos de saneamiento que en los últimos años se han propuesto y usado en Europa para oponerse á los efectos, siempre perjudiciales, de las casi inevitables subpresiones, no obstante haberse atribuído por algunos á esta causa la rotura de la importante presa vertedero de Austin, establecida sobre el río Colorado. Empero no puede desconocerse que, aun sin tener presente el riesgo de las subpresiones, los repetidos fracasos que en materia de presas se han experimentado en Norte-América, de los que en 1902 un escritor ha podido revisar nada menos que noventa y siete en los últimos veinticinco años, han engendrado en muchos Ingenieros un sentimiento de fuerte prudencia al elegir los perfiles, no faltando entre los especialistas quien preconice espesores que sean en cada hilada horizontal iguales, por lo menos, á la máxima carga de agua correspondiente, lo que equivale á perfiles aún más robustos que el triangular adoptado últimamente entre nosotros. Con arreglo á estas ideas se han proyectado y construído algunas presas notablemente robustas, siendo las más importantes la de Wachusett, de 61 metros de altura, y cuya sección, semejante á la de la presa de Ternay, tiene un área próximamente igual á la que resultaría empleando nuestro perfil triangular; y la de Olive Bridge, aún en construcción poco avanzada, con una altura total, desde el fondo del cimiento al tope de la coronación, de 67 metros, que no hemos podi-

do visitar y de la que poseemos pocos datos, pero que creemos será más robusta aún que la de Wachusett.

Es también muy digno de notarse que la misma presa de Olive Bridge, por primera vez en las americanas, y á pesar de sus fuertes dimensiones, irá provista de dos galerías horizontales visitables, paralelas, y no muy distantes del paramento de aguas arriba, situada la una al nivel del máximo embalse y la otra no lejos del fondo del vaso, unidas por pequeños conductos casi verticales, destinados, con las galerías, á sanear el macizo y á prevenir subpresiones posibles; disposición que recuerda las aconsejadas por Le Rond y Levy, y las empleadas en los últimos años en algunos puntos de Europa.

Otra particularidad no menos interesante de la misma presa, que será una novedad, es la de estar constituida, en el sentido de su longitud, por secciones de 25,90 metros cada una, terminadas por planos verticales normales entre sí, paralelos unos y perpendiculares otros al paramento interno, formando de esta suerte juntas de dilatación en forma de redientes, que podrán funcionar, sin que por ellas se filtre el agua, introduciendo entre los planos de deslizamiento (que se constituirán con bloques de hormigón bien incorporados al macizo) un líquido especial que á la vez facilite el movimiento sin escaparse por el paramento de aguas abajo.

La misma prudencia de que están dando muestras los Ingenieros americanos al proyectar las últimas presas, les ha conducido en algunos casos á tener en cuenta en los cálculos la presión del viento y el empuje del hielo, generalmente despreciados hasta el presente. Se comprende que la acción del viento, muy fuerte en ciertos desfiladeros, pueda aumentar sensiblemente, á embalse vacío, la carga de las fábricas en las grandes presas, si el empuje se ejerce sobre el paramento de aguas abajo. Igualmente en los climas muy fríos puede la presión del hielo, causada por la dilatación que sufre bajo la acción del sol y aplicada en la región superior de la presa, ser de consideración cuando el embalse se halle lleno. Suele dicha presión estimarse en 38 á 72 toneladas por metro lineal, habiéndose calculado aproximadamente que era realmente de 48 toneladas en un caso en que el hielo tenía 30 centímetros de espesor.

Tratándose de presas-muros, ha prevalecido, hasta hace poco, en Norte-América la opinión de que eran preferibles las plantas rectas, y esta es la forma que ha recibido el mayor número de las construídas en los últimos tiempos, entre las que se cuentan las de Wachusett, nueva de Croton y Olive Bridge, que son las más importantes y que han sido objeto de mayores estudios. Se considera que la planta recta es preferible á la curva; por proporcionar mayor economía; porque no debiendo contarse cuando el radio es algo grande (se fija el límite por algunos Ingenieros en 120 metros) con que la presa resista como bóveda, no es posible prescindir de calcularla de suerte que por sólo su propio peso contrarreste la presión del agua, según el consejo de Rankine; y, finalmente, porque en opinión de algunos, lejos de reducirse las presiones, la forma curva de la presa las hace mayores.

Pero parece que en varios casos estas ideas preconcebidas han cedido su lugar á otras más en armonía con los hechos observados y con conveniencias de indudable realidad; las presas rectas, en mucho mayor grado que las curvas, se ven expuestas á los efectos de las variaciones de temperatura, que se traducen en grietas de consideración, singu-

larmente en su región alta, conforme se ha observado en casi todas partes y hemos tenido ocasión de notar nosotros mismos, primero en la presa de Asuan (1) y últimamente en la nueva de Croton, en la que al tiempo de nuestra visita se notaban varias grietas transversales al macizo, y, sobre todo, una de importancia en la unión de éste con el terraplén que contiene el estribo con que termina por el lado del Sur, á pesar de que ambas estructuras, por la calidad de los materiales y por los cuidados empleados en la ejecución, pueden considerarse modelos de este género de obras desde el punto de vista constructivo. Es cierto que también en presas curvas, como en la de Cheesman, se han presentado grietas de temperatura; pero, aparte de que es en este caso bastante más fácil prevenirlas con precauciones adecuadas, no alcanzan verdadera importancia (la mayor de Cheesman, de 30 metros de altura, no ha excedido de 3 milímetros) ni suelen ser causa, como en las presas rectas, de filtraciones sensibles, siempre temibles en estos grandes macizos, pues representan peligros más ó menos inminentes de descomposición de los morteros y de supresiones que afectan á las condiciones de estabilidad.

Para oponerse á estas contingencias cabe recurrir, como se va á hacer en la presa de Olive Bridge, según se ha indicado, al establecimiento de juntas de dilatación; pero esto no dejará de ofrecer inconvenientes, pues aparte el riesgo de que se escape el agua, aun con las precauciones á que se ha hecho referencia, y que no dejan de representar sujeciones enojosas, y aparte también el coste, no despreciable que exige establecer las juntas, han de tener éstas el inconveniente de debilitar la trabazón de la estructura, de la que

si bien prescinde el cálculo, no es menos cierto que cabe esperar que contribuya positivamente á mejorar las condiciones de estabilidad. En la presa del pantano Roosevelt parece que se trata de oponerse á los efectos de las dilataciones: por una parte, incorporando barras de acero en la fábrica de los 30 metros últimos, donde aquéllas pueden ser más sensibles, constituyendo una mampostería armada que oponga á los esfuerzos de extensión mucha más resistencia que la usual; y por otra, no construyendo la fábrica cuando la temperatura ambiente sea superior á la media anual, pues empleando materiales relativamente calientes se da lugar á que las grietas sean más considerables cuando aquéllos se enfrían. Tratándose de una construcción de tan considerable altura como la del pantano Roosevelt, con perfil que no peca de robusto, toda medida de prudencia parecerá justificada; el refuerzo en su parte alta, precisamente donde las presas suelen resultar más débiles, según ha enseñado la experiencia en la mayor parte de las rotas, no cabe duda que contribuirá á evitar las grietas que se forman por contracción de los macizos de fábrica al descender la temperatura en el invierno, y aumentará la trabazón y resistencia, dependiendo mucho el grado de eficacia que por semejante medio llegue á obtenerse de la robustez y disposición de la armadura. La suspensión de la fabricación del macizo en los tiempos calurosos puede ser igualmente conveniente para reducir la importancia de las grietas de temperatura, al paso que permitirá el fraguado de los morteros en condiciones más favorables que las que concurren en Roosevelt cuando el calor y la natural sequedad de la atmósfera provocan una evaporación harto rápida, que puede resultar perjudicial.

(1) *Las obras de riego en Egipto*, por D. José Nicolau y D. Narciso Puig de la Bellacasa.

(Continuará.)

Revista de las principales publicaciones técnicas.

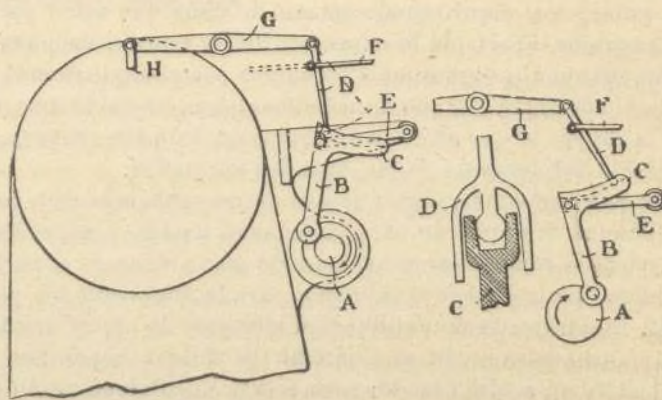
Movimiento de la válvula de admisión sistema Lea.

El sistema de poner en movimiento la válvula de admisión de aire carburado ó de gas, imaginada por M. Lea, y representada en las figuras adjuntas, tomadas del *Engineering*, permite poder variar automáticamente, según la carga del motor, el momento de la abertura de esta válvula durante el período de aspiración, y por consecuencia, la cantidad de gas combustible introducida en el motor, sin modificar el momento del cierre de la válvula, ni el grado de la compresión, ni la composición de la mezcla detonante. Cuando se abre esta válvula con retraso, la mezcla detonante viene á colocarse, en efecto, sin mezclarse con él, esto es, sin empobrecerse detrás del aire puro que ha entrado ya en el motor por la válvula de admisión de aire, de suerte que el volumen total de gas contenido en el cilindro y, por consecuencia, el grado de compresión, permanecen constantes.

El árbol de distribución *A* acciona directamente una biela acodada *B*, terminada en su parte superior por una corredera *C*, cuyo movimiento es guiado por una manivela *E*, móvil alrededor de un eje solidario con el bastidor de la máquina. Á lo largo de esta corredera puede moverse el botón en que termina una pequeña biela *D*, corriéndose en una ranura en forma de arco

de círculo, y de un radio igual á la longitud de esta biela. El movimiento de ésta es producido por la varilla *F* del regulador centrífugo, y sus movimientos de arriba á abajo son transmitidos á la válvula por el balancín *G* y la varilla *H*.

Fácilmente se ve que girando el árbol de distribución *A* en



el sentido de la flecha, un desplazamiento lateral de *D* con relación á *C* tendrá por efecto variar el momento en que la válvula elevada por las palancas *G* y *H* puede abrirse, y que esta abertura se producirá tanto más pronto cuanto el botón de *D*

esté más cerca del vértice del ángulo de la biela acodada *C*. Se dimensionan además los órganos de la transmisión de tal suerte, que la articulación de *D* y de *G* sea en un momento dado el centro de la ranura de la corredera *C*, y que el cierre de la válvula se produzca justamente en este momento. De esta manera se hace que el instante de este cierre sea independiente de la posición de la pequeña biela *D*, puesto que en este momento la distancia del eje de la articulación en cuestión es en todos los puntos de la corredera la misma é igual á la longitud de esta biela.

Como lo demuestra la figura 3.^a, el enlace entre *D* y *C* está hecho de manera que la biela *D* esté únicamente elevada por la corredera, y que el contacto se interrumpa entre estas dos piezas durante una gran parte de la revolución del árbol.

El alquitranado de las carreteras.

El número de Octubre de los *Annales des Travaux publics de Belgique* contiene una nota de M. Froidure, Ingeniero principal de puentes y calzadas, en la que relata los experimentos hechos en 1907 sobre algunas carreteras.

No obstante las circunstancias desfavorables (mal tiempo, medios de transporte del alquitran insuficientes, etc.), 270.000 metros cúbicos fueron alquitranados á fines de Julio de 1907. Los resultados por lo que se refiere á la supresión del polvo han sido excelentes, y los gastos muy aceptables.

Estos alquitranados se han hecho en caliente por medio de un aparato mecánico nuevo, y utilizando también los dos sistemas de aparatos ordinarios que se emplearon en años anteriores.

El alquitranado por medio de los aparatos ordinarios se ha hecho sobre una superficie de 100.000 metros cuadrados, en las proximidades de Yprés. El precio del metro cuadrado ha variado entre 0,04 francos y 0,06 para un primer alquitranado, y entre 0,04 y 0,055 para las partes de la carretera que fueron alquitranadas en los años anteriores. Se puede admitir la cifra de 0,045 para un segundo alquitranado, al menos en las carreteras de tránsito moderado. En los lugares en que el tráfico es intenso el alquitran debe renovarse completamente todos los años y el precio se eleva en este caso á 0,055 francos próximamente.

Los ensayos de alquitranado en caliente por medio de los aparatos mecánicos se hicieron sobre 170.000 metros cuadrados. El material constaba, además de los aparatos mecánicos, de una barredera mecánica y de un rodillo compresor de vapor Albaret, transformado para esta operación. El suministro de material se hizo por medio de un barco de hierro de 120 toneladas.

El precio del metro cuadrado se elevó sensiblemente á 0,07 francos para las calzadas alquitranadas por primera vez. Los alquitranados ulteriores no costaron más de 0,055 francos.

Resulta de aquí, que la ventaja desde el punto de vista del gasto continúa del lado de los aparatos ordinarios, y además, el sistema de alquitranado con ellos economiza alquitran. Bajo este concepto el alquitranado mecánico tiene que sufrir perfeccionamientos, aparte de lo expuesto que es á interrupciones.

En cuanto á los resultados obtenidos por el alquitranado superficial efectuado á mano ó mecánicamente, han sido muy buenos, tanto por lo que afecta á la supresión del polvo cuanto á la reducción del desgaste de las calzadas afirmadas.

No hay que temer, según dice el autor, una coalición de los productores de alquitran para imponer al Estado precios elevados, vista la concurrencia naciente de otro producto, el carburo de calcio, que conviene igualmente para la supresión del polvo.

M. Froidure cita á continuación ejemplos de alquitranado en frío, en los cuales se dió al alquitran la fluidez necesaria, adicionándole un aceite pesado; pero este procedimiento es un poco más costoso, y, no obstante algunas ventajas, parece inferior al alquitranado en caliente. En fin, el autor analiza los resultados de los experimentos hechos desde 1905 en los alrededores de Yprés para efectuar recargos alquitranados, y termina por consideraciones de carácter general sobre la influencia del alqui-

trinado sobre el sistema de reconstrucción y de conservación de las carreteras.

La velocidad del émbolo en las máquinas de vapor.

Damos aquí el resumen de una nota de M. Frederik Strickland sobre los límites de la velocidad en el émbolo de las máquinas de vapor.

En todas las circunstancias en que las cuestiones del peso, del espacio á ocupar ó del coste de primer establecimiento tienen importancia, hay gran interés en hacer girar las máquinas á la mayor velocidad posible, pues de este modo se consigue que un motor de pequeñas dimensiones proporcione una potencia relativamente considerable. Así se explica la tendencia actual á aumentar la velocidad, y ejemplos de ello son las locomotoras, los torpederos, los automóviles, etc., aplicaciones en las cuales la reducción de peso desempeña un papel importante. Pero hay límites de los cuales es preciso no pasar, por razones diversas, entre las cuales las más principales son las siguientes:

1.º La dificultad de tener lumbreras bastante grandes en los cilindros.

2.º El desgaste excesivo de los motores.

La primera de estas razones no tiene tanta gravedad como la segunda; en efecto, la mayoría de las máquinas tienen lumbreras tan anchas como fueran necesarias, y en la práctica se admite que el límite de velocidad sea el que convenga, atendiendo á las consideraciones relativas al desgaste, que debe mantenerse en una proporción moderada. Este desgaste es debido casi por completo al peso de las piezas animadas de un movimiento alternativo, tales como los émbolos y sus varillas, las bielas, etc., que tienen que detenerse y cambiar el sentido de su movimiento dos veces por vuelta. Cuando no hay piezas animadas de movimientos alternativos, como, por ejemplo, en las turbinas, dinamos, etc., se pueden alcanzar velocidades muy superiores, sin temor á un desgaste considerable.

Por otra parte, si una máquina alternativa marcha á velocidades crecientes, llega un momento en que los rozamientos interiores aumentan y provocan el calentamiento de las piezas con la pérdida de trabajo y el desgaste, que son la consecuencia inmediata. Este hecho ha sido puesto en claro de una manera notable en una comunicación sobre las locomotoras compound dirigida á la Institution of Mechanical Engineers, en Abril de 1904. Se ha visto, en efecto, que una débil reducción en el diámetro de las ruedas motoras llevaba consigo un incremento considerable de las resistencias interiores cuando se marchaba con velocidades elevadas, y se ha visto también que existía una velocidad crítica, á partir de la cual los rozamientos crecían rápidamente, velocidad que dependía del diámetro de las ruedas, y, por consecuencia, del número de vueltas. Se obtiene de aquí la consecuencia que si se pudiese anular el peso de las piezas con movimiento alternativo, no habría resistencia interior debida á su inercia, y entonces la velocidad á la cual una máquina de dimensiones dadas podría funcionar sin rozamientos excesivos sería simplemente una función del peso de las piezas con movimiento alterno.

Este resultado ha sido realizado por los fabricantes de automóviles, y se puede decir que el éxito del motor de petróleo de gran velocidad es debido á la ligereza dada á las piezas del mecanismo.

Al principio los vehículos estaban provistos de motores que diferían poco de los motores fijos de gas, si bien contruidos con menor peso. Estos motores giraban á 900 vueltas por minuto, y daban su máximo de potencia á esta marcha, por lo que toda tentativa para aumentar la velocidad llevaba consigo un incremento de resistencia tal que el trabajo medido al freno disminuía. El peso del émbolo de 0,10 metros de diámetro era de 3 á 4 $\frac{1}{2}$ kilogramos.

De Dion, para construir sus triciclos de motor, tuvo que reducir el peso de las máquinas, y con este fin elevó el número de

vueltas á 2.000, pero se apercibió bien pronto que para obtener el éxito necesario tenía que reducir el peso del mecanismo dando á las bielas una sección en forma de T, empleando ejes de acero de pequeño diámetro, y émbolos todo lo más ligeros posible dada la resistencia á los esfuerzos que debían soportar. Estos mismos principios hubo de aplicar después á los motores de los coches, pero en estos los émbolos de 0,10 metros no pesaban más que 1,60 kilogramos, comprendiendo en este peso el de los segmentos, el del eje del pie de la biela, y la mitad de ésta. La velocidad normal de una máquina de 6,5 á 8 caballos puede exceder notablemente de 1.500 vueltas por minuto, y llegar sin ninguna dificultad á 2.000 vueltas durante muchas horas, y alcanzar momentáneamente 2.500. Á estas cifras corresponden velocidades de émbolo de 335, 492 y 549 metros por minuto, velocidades notables si se considera que estos motores se colocan en manos de gentes poco expertas en mecánica.

Todo motor puede alcanzar sin inconveniente velocidades muy superiores á un máximo que es preciso no rebasar, á causa del ruido y de los inconvenientes desde el punto de vista de la transmisión, únicas razones, y no el desgaste de la máquina, que conducen á moderar las velocidades de funcionamiento.

En la práctica se encuentra que, no obstante las velocidades elevadas de marcha, estos motores marchan perfectamente y no necesitan una conservación costosa, es suficiente reemplazar algunos anillos después de un recorrido de 15 á 25.000 kilómetros.

Los antiguos motores con sus mecanismos relativamente pesados, desgastaban sus cojinetas girando á 700 ó 1.000 vueltas, tanto como los motores de Dion á 1.500, y aún más, y eso que no desarrollaban apenas poco más de la mitad de la potencia de éstos para el mismo diámetro en los émbolos. Esta iniciativa ha sido seguida por los demás constructores, y hoy, todos los motores de petróleo marchan á velocidades muy elevadas, circunstancia que ha permitido más que ninguna otra aumentar la velocidad de los automóviles y las elasticidad de los motores.

El autor de la nota que extractamos no tiene conocimiento de experimento alguno que se haya realizado para determinar las relaciones convenientes entre el peso de las piezas en movimiento, la velocidad y las resistencias interiores. Consideraciones teóricas parecen indicar que los rozamientos que resultan de la inercia de las piezas móviles deben ser proporcionales al peso de las piezas, multiplicado por el número de vueltas. Si ello es así, la velocidad á la cual se podría hacer girar una máquina con una cantidad dada de resistencias internas, sería inversamente proporcional á la raíz cuadrada del peso de las piezas móviles.

La experiencia adquirida con los motores de petróleo de gran velocidad, ya sea sobre la base de prueba, ya sea en marcha regular, parece indicar que las cosas ocurren del modo indicado, esto es, que si el peso de las piezas móviles se reduce, por ejemplo, á la mitad, el motor podrá girar vez y media más de prisa con la misma proporción de resistencias internas.

Aun con velocidades relativamente moderadas y con mecanismos ligeros, la resistencia debida á la inercia es apreciable.

El autor ha hecho experimentos con una máquina cuya velocidad de émbolo había sido limitada por consecuencia de consideraciones particulares á 244 metros por minuto, y cuyo émbolo fué construido con toda la ligereza que permitió la fundición. Reemplazado este émbolo por uno de aluminio, se pudo aumentar la velocidad en un 15 por 100, quedando las mismas las demás condiciones. El aluminio es demasiado blando para dar buenos resultados de una manera permanente, pero, esto no obstante, resistió perfectamente durante un recorrido experimental de muchas centenas de kilómetros.

En las máquinas de vapor las resistencias internas debidas á las partes en movimiento están considerablemente afectadas por la distribución del vapor; teóricamente, si hay bastante compresión no habrá esfuerzos debidos á la inercia. Por el contrario, estos esfuerzos alcanzan su máximo cuando hay una introducción prolongada, puesto que entonces la compresión es

débil, sobre todo con piezas de mecanismos pesados. El autor ha puesto de manifiesto que en estas condiciones, y experimentando con una pequeña máquina de embarcación, las resistencias internas representan el 35 por 100 del trabajo indicado, cuando se marcha con velocidades de émbolo muy moderadas. Para reducir esta proporción se ha empleado una admisión más corta y una compresión más fuerte.

Sin duda á este modo particular de efectuar la distribución del vapor, que implica una admisión pequeña y una compresión excesiva, se debe que las locomotoras puedan funcionar con velocidades de émbolo considerables, sin dar lugar á los calentamientos que se observan en las máquinas marinas marchando próximamente á las mismas velocidades, y para las cuales es preciso recurrir frecuentemente al riego de los apoyos de los ejes. Si alguna vez el peso de las piezas móviles puede ser compensado en cierto modo por los medios que acabamos de indicar, los hechos citados en la reunión de la *Institution of Mechanical Engineers* parecen demostrar que á ello se puede llegar hasta una cierta velocidad, y que en su consecuencia sería muy ventajoso estudiar la cuestión á fondo para ver si se podía conseguir emplear ruedas de diámetro reducido sin temor á rozamientos exagerados.

Se ha indicado que una reducción de 0,15 metros en el diámetro de las ruedas correspondería á un incremento enorme de resistencia con velocidades de 100 kilómetros por hora, pero si se podía reducir el peso de las piezas del mecanismo de la locomotora con ruedas del más pequeño diámetro á un 15 por 100 próximamente, el rozamiento sería sensiblemente el mismo que con las grandes ruedas. Sería interesante, por lo tanto, someter la cuestión á una prueba *experimental*.

En las máquinas de los torpederos la reducción del peso de las piezas en movimiento ha sido estudiada con mucho más cuidado principalmente por M. Normand, cuyas máquinas tienen un aspecto de ligereza sorprendente, pero hay todavía muchos motores de gran velocidad en los cuales se podría fácilmente reducir en más de un 20 por 100 el peso de las piezas del mecanismo, y si es cierto que este aligeramiento lleva consigo un cierto gasto quedaría ampliamente compensado, puesto que las máquinas podrían girar con más velocidad y á igual potencia resultarían más ligeras y menos costosas.

No solamente el peso de las piezas móviles afecta á las resistencias propias, sino también el equilibrio. Se ha estudiado muy completamente los medios de equilibrar los mecanismos, pero no siempre se ha tenido en cuenta que el mejor medio de evitar las vibraciones es reducir el peso de las piezas á equilibrar. En los pequeños motores de un solo cilindro para automóviles se puede equilibrar completamente el peso del émbolo; si no se reduce en todo lo que es posible no se podrán evitar vibraciones considerables.

Dinamómetro para ensayos de motores de gran velocidad angular.

En la sesión de la Academia de Ciencias de 11 de Enero, M. Muntz ha presentado una nota de M. Ringelmann relativa á un dinamómetro para ensayo en los motores de gran velocidad, que reproducimos á continuación:

Los ensayos de los motores se efectúan con el freno de Prony, en el cual muchos Ingenieros han introducido mejoras con objeto de facilitar la maniobra.

Para los ensayos de los motores de gran velocidad angular, como son los de los automóviles, barcos, aeroplanos, etc., la maniobra del freno Prony es delicada, y sobre todo poco limpia, por las proyecciones del líquido lubricante que es necesario ir suministrando abundantemente en ensayos cuya duración es por lo menos de una hora; diremos, sin embargo, que es con semejantes frenos con los que se ha podido proceder á los ensayos de 74 motores de alcohol en los concursos de 1901 y 1902, organizados en la estación de ensayos de máquinas por el Ministerio de Agricultura.

Se han propuesto diversas disposiciones, y entre ellas principalmente las basadas en el empleo de dinamos, utilizando éstas, ya como aparato de absorción, ya equilibrándolas para utilizarlas a la manera de un freno (dinamo freno), ya, en fin, basándose en la resistencia del aire (molinetes).

En todos estos aparatos hay una constante, ó una cantidad considerada como tal, que se hace intervenir en el cálculo: rendimiento eléctrico de la dinamo (variable de un día á otro), rozamientos de un árbol (variables con el aprieto, el engrase, la velocidad, la temperatura y el estado de la superficie, etc.); pero, esto no obstante, muchos de estos aparatos dan resultados bastante aproximados para que la industria pueda utilizarlos.

El autor de la nota á que nos venimos refiriendo se ha propuesto resolver el problema siguiente:

Un dinamómetro especial que se intercale entre el motor á ensayar y unas resistencias modificables á voluntad en el curso del trabajo.

El dinamómetro debe indicar la energía total suministrada á cada instante por el motor, sin hacer intervenir ninguna constante debida á los rozamientos de los árboles ó de los mecanismos.

El dinamómetro debe ser á la vez indicador, registrador y totalizador.

Debe ir completado por un aforador que permita ver rápidamente, sin detener el motor, el consumo de combustible. Finalmente, establecer un contador de agua y termómetros que den las temperaturas del aire, del agua, á la entrada y á la salida de la doble envolvente de los cilindros y del radiador, y la de los gases del escape.

En cuanto al dinamómetro propiamente dicho, debía corresponder á las condiciones siguientes:

- 1.º Volver al 0 cuando la energía transmitida fuera nula.
- 2.º Ser sus deformaciones proporcionales á los esfuerzos.
- 3.º No cambiar su indicación con el tiempo, debiendo permanecer siempre comparable á sí mismo.
- 4.º La transmisión con los aparatos indicadores y registradores debe ser sencilla, sin amortiguar los efectos, como en el caso de las transmisiones con el aire ó con los líquidos.

En principio, el dinamómetro consiste en una lámina de resorte radial, fijada á la extremidad de un árbol que arrastra por medio de una correa una resistencia cualquiera.

El resorte es arrastrado por un tope fijado sobre el volante del motor que se quiere ensayar.

La flexión del resorte se transmite por medio de una cremallera y un piñón á una pieza que puede deslizar en el interior del árbol del dinamómetro, girando todo con este último; esta pieza sale del árbol por la extremidad opuesta al resorte, apoyándose sobre una mesa que lleva los aparatos siguientes:

- 1.º Una aguja que se mueve delante de un cuadrante, en donde se indica á cada instante el esfuerzo transmitido al dinamómetro por el tope del motor.
- 2.º Un totalizador de los kilográmetros transmitidos.
- 3.º Un registrador cuyo papel está arrollado sobre el árbol, y sobre el cual se marca la línea de los esfuerzos transmitidos á cada instante, cuya superficie nos representa los kilográmetros.
- 4.º Un contador de vueltas del motor.
- 5.º Un taquímetro registrador en donde se inscriben las variaciones elementales de la velocidad del motor. Embragues que permiten la parada ó la puesta en marcha de cada uno de estos aparatos, de suerte que el ensayo pueda durar tan sólo algunos minutos ó prolongarse largo tiempo.

La resistencia entra en acción por medio de un sistema de poleas fija y móvil y una correa, y puede ser cualquiera, pues no hay necesidad de calcularla, toda vez que el dinamómetro indica toda la energía del motor. Se puede emplear una dinamo ordinaria, una bomba centrífuga, un ventilador, un molinete, etcétera, en una palabra, una máquina cualquiera apropiada á la cantidad de energía suministrada por el motor que se ensaya.

Como lo que se quería para las investigaciones, es que la re-

sistencia fuese modificable á voluntad durante la marcha, sin tener necesidad de parar el motor, y permaneciendo todo constante durante el período, el autor ha empleado una serie de poleas montadas sobre un árbol y que giran en un baño con agua en circulación; la altura del plano de agua se modifica á voluntad, y sobre cada polea se apoya una zapata de madera cuya carga se obtiene por medio de pesos enganchados á la extremidad de una palanca.

Con este sistema se consigue modificar muy rápidamente, por la lectura del dinamómetro, estos pesos, hasta conseguir que el motor en ensayo marque la potencia que se desea, desde 0 hasta su potencia máxima, y pudiendo observar todas sus condiciones de funcionamiento: energía transmitida y sus variaciones, velocidad y sus variaciones, etc.

El aforador es un recipiente de vidrio graduado, en comunicación con el carburador, y colocado con relación á este último al mismo nivel que el depósito de combustible alojado en el automóvil, barco ó aeroplano; el 0 de la graduación, que está en la parte superior del aforador, se encuentra en una porción de pequeño diámetro á fin de atenuar los errores.

El contador de agua es del tipo de báscula; pesa el agua que se escapa de la doble envolvente del motor, cuya temperatura se obtiene por un termómetro registrador.

Cálculo de las tuberías de agua de pequeño diámetro.

Con este título, M. Daries, Ingeniero del servicio de abastecimiento de aguas de la villa de París, expone en la *Revue de Mécanique* de Junio, que la distribución de agua de la mayor parte de los inmuebles parisienses y de todas las grandes ciudades, no está estudiada de una manera racional, y que frecuentemente el diámetro de las acometidas se fija de un modo arbitrario por el Arquitecto ó por el plomero que se guían solamente por razones de economía. El autor se propone dar á conocer los resultados obtenidos por un cierto número de ensayos efectuados hace poco tiempo en el Laboratorio de hidráulica de la villa de París, con objeto de determinar el gasto efectivo de los tubos de plomo desde 10 hasta 40 milímetros de diámetro, así como el de los que sirven para la distribución de agua en las casas. Estos ensayos ponen en evidencia, según él, para el caso presente, la superioridad de la fórmula de Flamant sobre las de Darcy y Levy. Da, en efecto, los cuadros de los gastos por segundo medidos bajo diversas pérdidas de carga hasta 2,50 m. por metro y los de los gastos calculados por las fórmulas de Darcy, de Levy y de Flamant.

La comparación del gasto medido con los gastos calculados, demuestra la exactitud relativa de la fórmula de Flamant, que no da sino una pequeña diferencia, de un décimo en más ó en menos. Para las otras dos fórmulas las diferencias, al principio muy pequeñas, crecen rápidamente con la carga.

Para facilitar el empleo de su fórmula M. Flamant ha calculado dos tablas numéricas que se reproducen en el estudio de M. Daries, aplicables, es verdad, á los tubos de fundición incrustados; pero que modificando convenientemente los datos en cada caso, se las puede utilizar en los demás tubos.

En fin, como desde hace algunos años se sustituye frecuentemente á las tablas numéricas diagramas que permiten efectuar los cálculos con más rapidez, M. Flamant había propuesto para las aplicaciones de su fórmula al caso de los tubos incrustados, un abaco reproducido en el tratado de distribución de agua de M. Devauve; pero que ofrece algunos inconvenientes prácticos. M. Daries lo ha reemplazado por otro abaco de puntos alineados establecido según el método de M. d'Ocagne.

Á fin de poder utilizar el abaco para los tubos de plomo sin corregir el gasto ó la pérdida de carga, se indica por debajo del eje de los diámetros en el gráfico una segunda graduación aplicable á estos tubos. Termina este estudio por aplicaciones prácticas que hacen resaltar la utilidad del abaco en el cálculo de los pequeños tubos de plomo.