

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.

EL ALQUITRANADO BAJO EL PUNTO DE VISTA HIGIÉNICO

Indicamos al tratar de los alquitranados en la REVISTA del 6 de Mayo último nos ocupáramos de este asunto, tratado en la Academia de Medicina de París por uno de sus miembros, M. Albert Josías (1).

El polvo puede llegar á ser peligroso si por su abundancia sobrepasa los límites de resistencia del organismo; nocivo por sí mismo por crear múltiples traumatismos en las vías respiratorias; pero el mayor peligro resulta de su riqueza en gérmenes variados; el número de microbios es crecidísimo aun en la menor cantidad posible de polvo.

Según cálculos de Miquel, un gramo de polvo contiene en varias calles de París 1.300.000 microbios, llegando en algunas á 2.100.000; estos microbios no todos son inofensivos; los trabajos de Miquel han demostrado que la mayor frecuencia de las enfermedades epidémicas en París coinciden con los períodos anuales, en los que el polvo contenido en el aire es más abundante.

Es, por lo tanto, importantísimo bajo el punto de vista higiénico su supresión.

Hasta hace pocos años el procedimiento empleado consistía en el riego con agua; sistema deficiente como se comprende, al pensar que una vez seca la calzada, y esto es cuestión de pocas horas en el verano, se estaba en las mismas condiciones que antes del riego; además el riego forma una capa de barro que, si bien menos peligrosa que el polvo bajo el punto de vista higiénico, no deja de ser un grave inconveniente; de aquí que se ha tratado de ensayar otros procedimientos distintos del riego.

Los primeros ensayos para cubrir la superficie de una capa elástica é impermeable se hicieron en California. La sequía y escasez de agua en aquella región y la baratura del petróleo favorecieron las tentativas de estos ensayos, que se multiplicaron posteriormente, empleando diversos productos:

- 1.º Derivados del petróleo: aceite de petróleo, brea de petróleo y mazout.
- 2.º Derivados de la hulla (alquitranes).
- 3.º Wistramita.

(1) Sesión de 28 de Marzo de 1905 á propósito de una Memoria del Dr. Guglielminati.

La importancia higiénica del alquitrán y petróleo empleado en las carreteras y calles es muy conocida gracias á los trabajos de Cristiani y Michelis (de Génova).

En una primera serie de investigaciones han estudiado la abundancia de gérmenes vivos contenidos en el aire sobre las carreteras estuvieran ó no embreadas.

Operaron con aire tomado en varias ocasiones y en condiciones atmosféricas muy variables, pudiendo comprobar que las carreteras tratadas con el petróleo ó alquitrán contenían un número de gérmenes vivos suspendidos en el aire muy inferior á las de las carreteras normales; esta acción es, sin embargo, muy diferente, según que se emplee una ú otra sustancia; muy enérgica con el petróleo, menos, sobre todo, en tiempo de sequía con el alquitrán; en un litro de aire se han encontrado gérmenes vivos: 14 en carreteras normales; 6,8 en las alquitranadas, y 5,7 en las de petróleo; en tiempo de sequía, estos mismos autores encontraron 23 gérmenes por litro de aire en las carreteras normales; 9 en las alquitranadas, y 5 en las de petróleo. La disminución de gérmenes puede ser debido á la fijación del polvo por el enlucido, ó bien debido á la acción bactericida.

La acción de la brea es más enérgica; formando una corteza dura, no tarda en perder la propiedad de aglutinar el polvo.

La ventaja del alquitrán es interesante en cuanto á su acción bactericida. Manifiestan Cristiani y Michelis que mientras el petróleo destruye los gérmenes débiles en algunos días, el alquitrán los destruye en horas; y en cuanto á los gérmenes más resistentes, el petróleo es impotente para destruirlos, mientras que el alquitrán acaba con ellos á lo sumo en quince días; hay que admitir que el alquitrán no obra enérgicamente más que cuando está recientemente extendido.

Las investigaciones de Cristiani y Michelis, interesantes aun cuando todavía incompletas, demuestran experimentalmente la acción de fijar el polvo que tiene el petróleo y el alquitrán; á este poder de fijar parece es debido la esterilidad relativa del aire; la acción bactericida no existe más que para el alquitrán y solamente algunos días después del alquitranado; parece, por lo tanto, por estos primeros estudios bacteriológicos ser favorables el petróleo y el alquitrán, llegando por lo tanto á las mismas conclusiones de los Ingenieros; pero antes de generalizar el empleo de estos procedimientos, manifiestan se precisarán otras investigaciones.

¿Cuál es, en efecto, la duración de esta acción fijatriz y bactericida? ¿Qué podrá suceder bajo la acción más ó menos prolongada del frío y de la humedad? Cuestiones son éstas que aún no están resueltas, pero que lo serán probablemente muy pronto. La Wistramita, alquitrán de aceite mineral y vegetal, soluble en el agua mediante una saponificación amoniacal, basta mezclarla en 10 por 100 para impedir la formación del polvo; pero hay que advertir que los ensayos de Cristiani y Michelis no son tan favorables á esta sustancia como al petróleo y alquitrán, la acción antiséptica es casi nula, y su acción de fijar los gérmenes y el polvo completamente insignificante; abandonada á sí misma una calzada impregnada de Wistramita, no tarda en cubrirse de una gran colonia de gérmenes, conteniendo el aire una cantidad muchísimo mayor que en los alquitranados ó con petróleo, y aún más, se ha observado ya en las carreteras normales.

RUFO G. RENDUELES.

EL PRIMER CONGRESO DE CARRETERAS

(CONCLUSIÓN)

Pavimento de madera en la vía de tranvías.—Los empujes del pavimento de madera sobre las vías de tranvías tienen consecuencias que es necesario atender, aparte de todas las consideraciones contenciosas que han podido retrasar la solución técnica de la cuestión.

En efecto, estos empujes desplazan casi todos los sistemas de vía férrea; por otra parte, toda vía férrea movida disloca y arruina con rapidez el pavimento de madera en el que está establecida. Importa evitar estos efectos perjudiciales recíprocos, porque no se puede pensar, como algunos han sostenido, en proscribir el pavimento de madera en las zonas ocupadas por las vías de tranvías.

En París, la Compañía general de ómnibus ha concluido por reclamar pavimentos de madera en todos los recorridos donde explota líneas de ómnibus automóviles.

La rápida destrucción de los pavimentos de madera por las vías férreas inestables merece ser puesto en claro.

Al principio de los entarugados los Ingenieros se inquietaron solamente por tener que yuxtaponer en las vías de tranvías materiales tan desemejantes como la madera y el hierro. La homogeneidad del revestimiento estaba así comprometida de una manera mucho más grave que con los pavimentos de piedra; el desgaste de los tarugos y de los rieles no podía ser de la misma importancia; el riel se hallaría muy pronto en saliente sensible respecto de los tarugos de madera adyacentes, y este saliente debía provocar en seguida la formación rápida de un carril.

Durante mucho tiempo hubo esta sola preocupación y se imaginaron toda clase de remedios. El más sencillo consistía en colocar los tarugos 2 ó 3 centímetros más altos que los rieles; se formaba así de antemano la rodada que se temía, á pesar de que se tenía cuidado de suavizar el talud con el empleo de tarugos chaflanados. Después se ha pensado en hacer las vías móviles con relación al nivel de la fundación, habiendo hechos ensayos en este sentido. Otras veces se han encuadrado los rieles con tarugos de madera dura y hasta con adoquines metálicos y aun con tarugos que no se unían con morteros para reemplazarlos más fácilmente.

Por ingeniosas que fueran algunas de estas disposiciones, debían de ser completamente ineficaces; porque no se esforzaban en corregir más que una, y tal vez la menor de las causas del mal, despreciando la principal de entre ellas, á saber: la movilidad de los rieles.

Poco á poco algunas Compañías de tranvías, para reducir sus gastos de conservación y para ponerse en estado de emplear la tracción mecánica, tuvieron que consolidar sus vías férreas. Se apercibieron entonces de que á lo largo de las vías consolidadas la rodada se producía más lentamente y no aparecían rodadas más que alrededor de juntas cuyo ensamblaje se había hecho con imperfección. Se vino así á comprender la necesidad de no apoyar tarugos de madera contra rieles mas asentados.

Esta conclusión pudo ser prevista, porque el tarugo de madera no ofrece ninguna resistencia por sí mismo. Si el tarugo no reposa sobre hormigón, que tiene la misión de protegerle; si el movimiento del riel lo mueve y lo inclina, la circulación debe inmediatamente romperlo y despedazarlo.

Para que un riel no perjudique á los tarugos de madera que se apoyan en él, es necesario que estos tarugos, gracias á su elasticidad, puedan seguir, sin desplazarse con relación á la fundación de hormigón, las flexiones y vibraciones que sufre el metal; la amplitud de estas flexiones y de estas vibraciones deben, por tanto, quedar muy débiles. En suma, se puede decir que, más que homogeneidad en la resistencia al desgaste, las calzadas mixtas donde se avecinan el hierro y la madera deben tener homogeneidad en la estabilidad de cada una de sus partes.

No se podrá entonces tener buenos pavimentos de madera en las vías de tranvías, si estas vías no son perfectamente sólidas. Es necesario exigir rieles robustos, juntas indeformables, bridas numerosas y fuertes; es necesario también que las escarpas hagan solidarios completamente los rieles y la fundación.

Nosotros no estudiaremos más detalladamente los elementos de una vía férrea. Para aplicar mejor el principio de homogeneidad que acabamos de enunciar, opinamos que procede colocar siempre los rieles sobre un larguero continuo de madera empotrado en la fundación de hormigón.

Los pocos ensayos hechos en este sentido en París, han dado hasta el presente resultado completamente satisfactorio.

Cuando se ha llegado á construir una vía realmente estable, la conservación del pavimento de madera á lo largo de los rieles cesa de ser difícil y cara.

Pero entonces es indispensable cuidar de que los pavimentos de madera á su vez no destruyan el resultado alcanzado. Si se deja á los empujes obrar libremente, pueden deformar los rieles, alterar las uniones, romper las bridas y arrancar las escarpas.

Coste de precio en obra de un pavimento de madera.—El precio de primer establecimiento de un pavimento de madera no puede ser igual en París que en otra villa de provincias en el extranjero; es en París, por metro cuadrado, el siguiente: preparación del terreno, 1 á 2 ¹/₂, francos; fundación de hormigón, 3,65; enlucido de mortero, 0,55; abastecimiento de tarugos de 0,12 metro de alto de pino de Las Landas, creosotado, 10 francos; mano de obra del pavimento, 1,15; aprovisionamiento y extensión de gravilla de pórfido, 0,40, gasto de vigilancia, 0,25; total, 17 á 18 ¹/₂, francos.

La conservación comprende las grandes reparaciones, la

conservación corriente y la limpieza; es necesariamente variable con la frecuentación de las calzadas entarugadas.

En las vías de gran circulación seguidas por tranvías, un pavimento de madera no dura más de siete á ocho años; pero en gran número de vías se llega á espaciar los levantamientos totales diez años; se puede admitir para el cálculo de una duración media de nueve años.

El precio de un metro cuadrado de levantamiento total es el siguiente: arranque y transporte de pavimentos viejos á 0,75 francos; aprovisionamiento de pavimentos, 10; mano de obra del pavimentado, 1,15; aprovisionamiento y extensión de grava de pórfido, 0,40; gastos de vigilancia, 0,25; total, 12,55 francos.

Para cada uno de los nueve años que separan dos entarugados el gasto anual es 1,39 francos, es necesario añadir á esta cifra 0,30 por conservación corriente y 0,75 por limpieza. Se obtiene, por tanto, un gasto total de 2,45 francos por año.

En realidad en París el gasto real de conservación es inferior á esta cifra, porque es indispensable no pasar los créditos inscritos en el presupuesto.

Aplicaciones del pavimento de madera.

El pavimento de madera es el revestimiento por excelencia de las vías urbanas. Se acomoda á todo género de circulación, ya sean pesadas y rápidas, ya ligeras y lentas. Se puede emplear, ya en las arterias industriales que siguen los grandes camiones, ya en las vías de lujo, como en la Avenida de los Campos Elíseos.

No da resultados medianos más que en las vías poco frecuentadas y en las que la limpieza no puede estar asegurada de una manera continua y donde el empleo de un pavimento poco sonoro está desde luego poco justificado.

Teniendo esto presente, es muy dudoso que haya nunca interés en pavimentar con madera carreteras ó caminos vecinales, aparte de las travessías de villas, á no ser en ciertos recorridos limitados susceptibles de recibir cuidados especiales.

En las poblaciones, á pesar de los reproches que pueden hacerle los concesionarios de tranvías, se debe recurrir al pavimento de madera cuando el pavimento de piedra es intolerable; se evita actualmente en París entarugar calles de pendiente mayor del 5 por 100, si bien se ha entarugado en longitud de 104 metros en pendiente de 5,3. No es cierto, sin embargo, que los peligros de deslizamiento aumenten con la inclinación del perfil longitudinal; en efecto, el deslizamiento sobre el entarugado, como hemos dicho, es provocado, sobre todo, por el barro que recubre la calzada, y el barro se forma por el agua estancada. Por tanto, una calzada de pendiente grande está casi siempre seca y limpia; las aguas la recorren rápidamente y la limpian.

La circulación de automóviles se verifica muy bien en pavimento de madera. Basta citar respecto de esta opinión, la parte central de la Avenida de los Campos Elíseos, que está reservada á este género de circulación, el pavimento de madera, desembarazado de los excrementos y orinas de los caballos, impregnado de materias grasas que se escapan de los motores y de las ruedas, pulimentado por las bandas neumáticas, parece susceptible de alcanzar gran duración.

Sin embargo, el pavimento de madera, menos desde luego que cualquier otro sistema de pavimento, no está en estado de resistir largo tiempo al paso de automóviles ex-

cepcionalmente pesados. Un establecimiento industrial de París hace circular desde hace algunos años coches de vapor de 20 toneladas en carga, de las que 14 van sobre un eje. Un entarugado, establecido en la calle de Clisson, en el trayecto seguido por estos automóviles, no ha durado más que, con grandes esfuerzos, cuatro años; los tarugos han sido desplazados; después aplastados por estas cargas excepcionales habiéndose perjudicado también la fundación de hormigón. Es necesario, sin duda, prohibir el uso de máquinas tan pesadas, y para las que no se podría pensar en rehacer totalmente la red de carreteras y caminos existentes.

Pero aparte de esta reserva, parece que el pavimento de madera está destinado á conseguir la conquista de París y sin duda también de todas las villas que se hallan en condiciones análogas.

II.—Calzadas asfaltadas.

Se emplearon desde luego casi exclusivamente en París y en Londres, sin embargo, y que hoy gozan de gran favor en Berlín y en Alemania.

En 1875 tenía París 260.000 metros cuadrados de asfalto, y en 1908 no ha llegado á doblarse esta cifra.

Se ve por los datos consignados en la Memoria que desde el año 1884 en que se empezó á propagar el empleo de la madera es insignificante el desarrollo de las superficies asfaltadas. La fabricación de asfalto no ha variado de procedimiento desde el origen.

Las calcáreas bituminosas que se colocan en obra gozan de una propiedad: de que una vez reducidas á polvo impalpable basta calentarlas moderadamente (115° á 140°) y comprimirlas para que vuelvan á tomar su cohesión primitiva.

Las calzadas de asfalto comprimido llevan una fundación de hormigón de cemento protegido por una capa de 4 á 5 centímetros de calcárea bituminosa.

Establecimiento de las calzadas de asfalto comprimido.

Se procede á la preparación del suelo de las calzadas asfaltadas del mismo modo que para las calzadas pavimentadas de madera.

El perfil transversal se determina por la misma fórmula, pero es un poco menos bombeado; la defensa del reguero es solamente de 0,048 metros. Se ha pensado estos últimos años en aumentar esta defensa sin hacer variar el bombeo total. Se habría podido, para eso, sustituir con una parábola cúbica á la parábola de segundo grado primitivamente adoptada; pero se ha creído que el menor bache comprometería la buena escoriación de las aguas, habiéndose por esta causa abandonado la idea.

Cimiento de hormigón.—La fundación de hormigón es semejante á la de los pavimentos de madera, pero sin enlucido. Se cuida, por el contrario, de hacer la superficie tan rugosa como sea posible con la extensión de arena que se efectúa antes del fraguado completo del hormigón.

Los revestimientos de asfalto presentan, en efecto, el inconveniente de desplazarse fácilmente de la superficie de la fundación bajo la influencia de la circulación. La rugosidad de la fundación se opone á este desplazamiento, al menos en cierta medida.

Preparación del asfalto.—Los yacimientos de asfalto se

explotan por medio de galerías subterráneas, otros á cielo abierto.

La roca asfáltica aparece en forma de una calcárea homogénea formada de granos muy finos, cada uno de los que está recubierta de una delgada película de betún.

El betún que impregna esta roca es una mezcla de hidrocarburos nativos y derivados de hidrocarburos triscosos ó sólidos á la temperatura ordinaria.

La buena roca asfáltica debe estar regularmente impregnada de betún, estar exenta de piritas de hierro y no contener más de 2 por 100 de arcilla y de materias extrañas.

Conviene que las máquinas, en las que se prepara el polvo para la confección de las calzadas, estén situadas en la proximidad del lugar del empleo.

En París pertenecen todas á empresarios; sin embargo, la villa tiene vigilantes á sus expensas.

La roca asfáltica llega de las minas ó de las canteras en estado bruto. Se eligen los bloques según la cantidad de betún que contienen, después se pedazan y machacan por medio de aparatos mecánicos. Entre estas dos últimas operaciones se hacen las mezclas destinadas á obtener la cantidad de betún requerida, teniendo cuidado en todo tiempo de no emplear jamás rocas de la misma naturaleza. Para las calzadas el polvo debe contener á lo menos 6 por 100, y lo más 13 por 100 de betún; la proporción exacta que hay que emplear en cada caso particular, puede variar sensiblemente entre estos límites, según la procedencia del asfalto y también según la situación de la calzada que hay que revestir y la naturaleza del tráfico que ella sirve; para el asfalto de Raguse es necesario, en general, adoptar una proporción de betún sensiblemente más elevada que para los asfaltos de Val-de-Travers y de Seyssel.

Después del machaqueo se efectúa un tamizado para no tener más que granos de grueso uniforme.

Se calienta en seguida el polvo en máquinas de rotación, haciendo la calefacción regular y evitando los golpes de fuego y á temperatura comprendida entre 115° y 140°. La operación se continúa hasta hacer desalojar completamente el vapor de agua.

El transporte al pie de obra se efectúa en carretones de paredes metálicas que se recubren con una tela impermeable. Siendo el polvo de asfalto mal conductor del calor se le puede transportar en distancias de 8 á 10 kilómetros, sin que su temperatura descienda más de 3 á 4 grados.

Confección de la calzada.—La extensión del polvo caliente es una operación que exige cierta habilidad profesional; en efecto, es necesario que la capa tenga un espesor y una densidad constantes.

Se sirve de un carretón metálico de hierro. Se extiende el polvo con rastrillo procurando darle un espesor regular de 6 á 7 centímetros, según que se quiera dar á la capa un espesor definitivo de 4 á 5.

Se procede después al apisonamiento por medio de pisones circulares de 0,20 metros de diámetro, los que se debe tener cuidado de calentar con anterioridad. Se debe empezar por comprimir los bordes asegurando la soldadura completa de la nueva capa con las superficies precedentes ejecutadas ó con los bordes ó adoquines que encuadran la calzada.

Después del apisonamiento se hace un alisado general por medio de un hierro caliente al rojo ligeramente encorvado.

Se completa después la compresión por medio de rodillos movidos á mano y cuyo peso aproximado es de una tonelada.

En París se ha ensayado recientemente emplear, con este fin, los grandes cilindros compresores, pero parece preferible usar rodillos más ligeros y manuales. Por lo demás, algunos pretenden que esta última operación no es indispensable.

Es importante en todos los casos cuidarse principalmente de la aplicación del asfalto en los regueros, por ser por ellos por donde perecen frecuentemente las calzadas asfaltadas. Para obtener una adherencia completa del asfalto con los cordones de las aceras, se aplica desde luego á la base de estos cordones un embadurnado de betún líquido y caliente; se efectúa un apisonado suplementario con pisones rectangulares. Por último, se hace impermeable la superficie del reguero extendiendo betún puro en polvo que se alisa á hierro caliente; se abre la calzada á la circulación cuando se ha enfriado y después de haber extendido sobre ella polvo de cal hidráulica ó de cemento.

Conservación del asfalto comprimido.

Limpieza.—La limpieza de la calzada no influye en la duración del asfalto lo mismo que en el pavimento de madera.

El asfalto comprimido no es atacado más que por las aguas grasas y jabonosas que en otros tiempos corrían por los regueros y que hoy no corren, y sólo los aceites que dejan escapar los automóviles disuelven de modo apreciable el asfalto.

Desde el punto de vista de la facilidad para la circulación, se debe notar que las calzadas de asfalto comprimido son muy deslizantes cuando están simplemente humedecidas por una lluvia ligera; la pequeña capa de barro compacto que se forma entonces no se adhiere á la superficie del mismo. Aquí también el lavado producirá buenos efectos arrastrando el polvo y deyecciones que recubran la calzada.

Pero como el desgaste de la calzada es muy lento, se forma poco polvo y necesita, en suma, limpieza poco activa y numerosa, limitándola á ligeros riegos si llegara á formar barro. Esta parte del entretenimiento del asfalto comprimido no exige más que gastos normales.

Conservación propiamente dicha.—Como acabamos de decir, el asfalto se desgasta muy poco. Una vez que la calzada ha alcanzado el grado conveniente de compresión, el espesor varía lentamente. No es raro que se tenga que desmontar y rehacer trozos que conserven los $\frac{3}{4}$, ó los $\frac{2}{3}$, de su espesor primitivo en la mayor parte de su extensión.

Las dos principales causas de ruina de los asfaltos son el laminado y la desagregación de la capa de asfalto.

El laminado de la capa de asfalto es muy peligrosa; aparece después de algunos años y cada vez con más frecuencia en París, bien porque el número y peso de vehículos sean excesivos, bien porque la calidad del asfalto y los cuidados de ejecución de la obra hayan disminuído. Este laminado produce el efecto de disminuir progresivamente el espesor de la capa central de la calzada y hacer refluir la materia en los regueros donde forma burlletes y se disloca. Si no se tiene cuidado de rehacer con urgencia estos regueros, el agua penetra bajo la calzada y la destruye rápidamente.

La desagregación del asfalto se manifiesta por la formación de castañas; en las partes de la calzada en que se halla así, parece que el betún se ha volatilizado; el asfalto se hien- de y toma el aspecto de un macadán frágil. Este fenómeno

puede ser provocado, bien por la inestabilidad de la fundación, bien por la introducción de la humedad entre el asfalto y el hormigón, otras veces también por la mala calidad de la materia primera.

Se separan los asfaltados por piezas aisladas y preferentemente en grandes superficies.

Las principales precauciones que hay que observar en semejantes casos se refieren á la demolición del asfalto viejo; es necesario cortar el contorno de las piezas con el hacha y levantar después el revestimiento.

El empleo del polvo asfáltico se hace siempre como los trabajos nuevos.

Está prohibido emplear en la fabricación del polvo los bloques de asfalto comprimido provenientes de las calzadas desmontadas; estos bloques se utilizarán solamente para la fabricación de mastic del betún líquido empleado en la construcción de aceras.

Examen critico de las calzadas de asfalto comprimido.

Se hacen deslizantes después de una lluvia ligera; pero los caballos se caen fácilmente también en tiempo seco, cuyo inconveniente es bastante grave, si bien se evitaría en gran parte, uniformando la naturaleza de los revestimientos, porque los caballos se acomodarían al asfalto.

No se empleará en pendientes de más del 2 por 100.

Si no tuviera más que estos inconvenientes estarían compensados por bastante número de ventajas, como son la insonoridad, la suavidad de la circulación, la ausencia de barro y polvo, la facilidad de la limpieza.

Desgraciadamente, el asfalto comprimido no resiste á las circulaciones activas y pesadas. En las calles de tráfico exclusivamente industrial, así como existe actualmente en ciertas calles del centro de París, en las que el número de vehículos de todas clases ha aumentado mucho en estos últimos años, el asfalto comprimido exige reparaciones y refeciones incesantes. Los gastos de conservación son tales en muchos casos, que es indispensable renunciar á esta clase de revestimientos. Es probable que la situación acerca de este punto se agrave en adelante.

Por otra parte, el asfalto comprimido es un revestimiento frágil. Su preparación y aplicación exigen una mano de obra de la que no se conocen bien todas las condiciones, y, por otra parte, las calzadas de asfalto no pueden resistir la menor oscilación ó movimiento. Si la fundación está mal asentada sobre el suelo inferior, si se agrieta ó sufre grandes vibraciones, el asfalto se desgrega. Se debe considerar como imposible restablecer, antes de un año ó dos, una calzada asfaltada bajo la que se ha construido una gran alcantarilla ó un camino de hierro subterráneo.

Aún se conduce peor á lo largo de las vías de los tranvías. Del mismo modo que el pavimento de madera no se acomoda á la inestabilidad de los rieles que tolera el pavimento de piedra, el asfalto comprimido, á su vez, no soporta la menor de las vibraciones que dejan inmune al pavimento de madera. Para que un revestimiento de asfalto pueda adaptarse á un riel, es necesario que éste permanezca rigurosamente inmóvil en todos los sentidos y bajo los diversos esfuerzos que sobre él obren. Por este resultado no puede alcanzarse actualmente; todas las vías férreas se flexionan ó al menos vibran, y por tal motivo arruinan en muy pocos días el asfalto puesto en contacto con ellas. No hay duda de

que existen paliativos; se pueden encuadrar los rieles con filas de adoquines, pero se destruye así la unidad del revestimiento y se compromete sensiblemente la unonoridad de la calzada.

En consecuencia, vale mucho más renunciar por completo á revestir de asfalto la zona de las vías de los tranvías.

Precio de las calzadas de asfalto comprimido.

El precio medio de una calzada de asfalto comprimido es para el metro cuadrado en París el siguiente: preparación del terreno, 0,75 á 2,20 francos; cimiento de hormigón, 3,65; capa de asfalto comprimido con espesor de 5 centímetros, 12,45; vigilancia, 1; total, 17,85 á 19,30 francos.

Los gastos de conservación son extremadamente variables según la frecuentación de la calzada.

En ciertas calles no se puede conservar más de dos años un revestimiento de asfalto, mientras que en otras la duración puede alcanzar trece á catorce años.

En el primer caso, la conservación propiamente dicha cuesta alrededor de 5 francos por año y por metro cuadrado; en el segundo cuesta, á lo más, 0,70 francos.

Los gastos de limpieza están comprendidos entre 0,70 y 0,85 por metro cuadrado y por año.

En París, donde se evita asfaltar las calles más frecuentadas, el gasto medio anual por metro cuadrado del entretenimiento de todas ellas ha sido en estos últimos años aproximadamente 2 francos.

Calzadas diversas de asfalto.

Se han ensayado baldosas de asfalto, preparadas por compresión, habiendo dado mal resultado; se ha mezclado el asfalto con esencia de caucho en proporciones que han quedado en el secreto, también con mal resultado; se emplea en América asfaltos de las Antillas y de Venezuela, cuyos yacimientos de betún están mezclados con materias minerales y orgánicas aplicando dos capas superpuestas, la una de hormigón bituminoso y la otra de mastic asfáltico, teniendo la primera unos 3 centímetros de espesor y la segunda 4. Comprimen estas capas con rodillos de vapor. El deslizamiento sobre este asfalto es un poco menor, pero no tiene objeto dar más detalles de este particular por no emplearse en Europa.

Se ha empleado también el asfalto denominado «armado», que tiene alguna analogía con el anterior y del que sólo se cita el nombre porque actualmente está en ensayo.

Aplicaciones del asfalto comprimido.

El asfalto comprimido es un revestimiento perfectamente higiénico.

Desgraciadamente no se acomoda ni á las pendientes algo acentuadas ni á un tráfico intenso y pesado ni á las vías férreas de tranvías.

Es necesario entonces reservarlo para las calles tranquilas y poco accidentadas, porque en ellas es muy ventajoso, cuesta poco y las calzadas son irregulares y limpias.

El asfalto comprimido ha producido excelente servicio en París, en una época en que la circulación estaba lejos de su actividad actual; pero desde ahora no está ya en estado de desarrollarse sensiblemente.

Se puede aconsejar su empleo en las villas, pero no en las carreteras.

III.—Resumen.

Entre los pavimentos diversos, sólo son interesantes los pavimentos de madera y los pavimentos de asfalto.

Estas dos especies de calzadas convienen especialmente á las calles de las villas, se las puede considerar como calzadas de hormigón en las que se protege la superficie con revestimientos de madera y asfalto, á la vez insonoros y elásticos, pero de poca duración.

Pavimento de madera.

El pavimento de madera introducido en París en 1881 no ha cesado desde entonces en ser el preferido.

Antes de emprender un pavimento de madera se empieza por desembarazar el suelo de las conducciones de agua, de gas y de electricidad que lo ocupan; después se arregla la superficie según su perfil bombeado.

Se establece un cimientado de hormigón, cuyo espesor no debe ser muy considerable, y se le recubre con un enlucido.

La mejor madera para fabricar pavimentos es en Francia la madera sangrada de pino de Las Landas. Las maderas muy duras exóticas ó indígenas rompe el cimientado y dan malas calzadas.

Para fabricar los tarugos se sierran los maderos del comercio en trozos de débil longitud.

La fábrica municipal de tarugos de madera en París es la mayor fábrica de este género que existe en el mundo.

En París se impregnan los tarugos de madera con creosota.

En las calzadas se separa el pavimento de madera de las aceras por medio de anchas juntas longitudinales llenas de arena.

Las juntas que separan las filas de tarugos están llenas de morteros de cemento.

El sistema Kerr, que se emplea alguna vez, consiste en llenar la parte inferior de las juntas con mastic bituminoso y de mortero de cemento la superior.

La limpieza de una calzada entarugada exige numerosos lavados y la calzada no podrá durar sin cuidados continuos de limpieza.

La conservación, propiamente dicha, de un pavimento de madera, exige repicados, arreglos generales y levantamientos totales; es necesario reducir los repicados al mínimo indispensable.

En los repicados y arreglos generales se emplean los tarugos viejos después de haberlos desbarbillado; esta operación puede hacerse á máquina.

El pavimento de madera no tiene más que dos inconvenientes bastante importantes la pudrición y el empuje que provoca.

Se evita la pudrición en muchas calzadas de París gracias á los cuidados de limpieza y á la rapidez del desgaste.

Para las calzadas menos frecuentadas convendrá hallar un sistema que dé á los tarugos una larga impudrición; hay varios sistemas en estudio.

El desplazamiento de los cordones de las aceras y el levantamiento del pavimento producido con frecuencia por el hinchamiento de los tarugos no producen impedimento sensible y son fáciles de reparar.

Los efectos que los empujes producen en las vías de los tranvías son mucho más perjudiciales.

Se preocuparon en otro tiempo, con exceso, de la diferencia de resistencia al desgaste de los carriles del tranvía y de los tarugos.

Importa ante todo que haya homogeneidad en la estabilidad de las calzadas mixtas.

Es necesario establecer en los pavimentos de madera vías férreas sólidas, bien ensambladas y solidarias con la fundación; se aconseja adoptar vías colocadas sobre largueros de madera empotrados en hormigón.

Sería conveniente hallar un medio eficaz de suprimir los empujes que el pavimento de madera ejerce sobre las vías de los tranvías; se está ensayando un sistema en París.

El metro cuadrado de pavimento de madera cuesta en París de 17 á 18,50 francos, según la naturaleza de la calzada persistente.

El entretenimiento, limpieza y entretenimiento propiamente dicho, debería costar, por metro cúbico y como término medio, 2,45 francos por año, si bien no se ha alcanzado esta cifra en París por falta de consignación.

El pavimento de madera es el revestimiento por excelencia de las vías urbanas.

Conviene muy bien á la circulación automóvil ordinaria.

Calzadas asfaltadas.

Las calzadas de asfalto comprimido que se empezaron á emplear en París en el año 1855, se han desarrollado poco en todo tiempo.

El perfil de estas calzadas es menos bombeado que el de los entarugados.

El cimientado de hormigón debe ser rugoso, y, por tanto, no debe estar enlucido.

La roca asfáltica es una caliza bituminosa que debe contener de 6 á 13 por 100 de betún.

Se transforma esta roca en polvo muy fino y se la calienta de 115° á 140° en máquinas especiales.

Se extiende el asfalto sobre el hormigón en capa regular de 6 á 7 centímetros de espesor y se la apisona hasta reducirlo á 4 ó 5 centímetros.

La confección de los regueros de estas calzadas exigen cuidados especiales.

La limpieza de asfaltados es fácil y poco costosa.

Las calzadas de asfalto comprimido parecen lo más frecuentemente, bien por el laminado, bien por la desagregación de la capa de asfalto, estando mal definidas las causas de estas dos especies de desagregación.

Se separa el asfalto comprimido bien por piezas aisladas y con preferencia por grandes superficies.

Las calzadas asfaltadas son deslizantes, sobre todo después de una lluvia ligera.

Estas calzadas no resisten circulaciones activas y pesadas. No duran á lo largo de las vías de los tranvías, debiendo renunciar completamente á establecerlas en la zona de estas vías.

Las calzadas de baldosas de asfalto comprimido se rompen con rapidez por la circulación, probablemente por haber sometido las baldosas á una grande compresión; de lo que se desprende, que el asfalto comprimido debe siempre conservar cierta maveabilidad.

El asfalto con caucho ha dado malos resultados en París.

Las calzadas americanas de asfalto líquido han sido

imaginadas con el fin de utilizar los productos naturales del suelo de América.

Se constituyen con un cimientó de hormigón de cemento, una capa de hormigón bituminoso y una capa de mastic bituminoso, cuya composición está cuidadosamente dosificada. Se fabrican y aplican el hormigón y el mastic en caliente y se les comprime, después de aplicados, por medio de un rodillo de vapor.

El asfalto armado es una variedad del asfalto fundido y contiene pequeños bloques y gravilla de granito; se está ensayando en París.

El metro cuadrado de calzada de asfalto comprimido cuesta en París 17,85 á 19,30 francos, según la naturaleza de la calzada preexistente.

Como este revestimiento se emplea en general en París en calles de poca frecuentación, el gasto medio anual no pasa de 2 francos.

El asfalto comprimido es un revestimiento muy limpio pero frágil que conviene á las villas ó sitios de poco tránsito y poco accidentados.

VÍCTOR O. DE ALLENDE.

Bilbao 13 de Mayo de 1909.

PUERTO DEL MUSEL

(CONTINUACIÓN)

Á continuación del primer espigón de que nos hemos ocupado, proyectamos un segundo espigón en dirección paralela al anterior y á una distancia de 128 metros contados en sentido de la normal á aquéllos, formando con el muelle de costa paralelo á las alineaciones primera y tercera una segunda dársena de una extensión de 4,78 hectáreas.

La entrada de los buques en esta dársena debe verificarse de proa y la salida de popa ó viceversa, maniobra que favorecida en virtud de la orientación de aquélla por los vientos reinantes del NE. podría llevarse á cabo fácilmente sin tocar á los buques atracados á los muelles de uno y otro lado del eje, siendo para ello más que suficiente la anchura que le hemos asignado, pues ya vimos que en las condiciones indicadas podía reducirse al límite de 150 metros que como máximo se consideraba suficiente en el caso que la entrada no tuviera lugar en el sentido del eje mayor y los barcos tuvieran que rebatirse para ocupar su puesto en el muelle.

Un tercer espigón paralelo á los dos anteriores y á la misma distancia del segundo que éste guarda con el primero, limita con el muelle de costa, normal en este caso á los espigones por efecto de la configuración del fondo submarino, una tercera dársena, cuya extensión es de 5,04 hectáreas y constituyen con las anteriores la primera parte del plan general de la distribución interior del puerto.

La longitud de los espigones que hemos enumerado se limita por una línea trazada paralelamente á la alineación recta del dique N. y á una distancia de 170 metros del extremo del paramento interior del muelle adosado al mismo.

Las cabezas de dichos espigones forman en consecuencia con la segunda alineación del dique N. un canal de una anchura de 188,50 metros, que en nuestro concepto ofrece suficiente espacio para permitir á las embarcaciones entrar y salir en las dársenas y verificar todas sus evoluciones, sin interrumpir el tránsito ni entorpecerse mutuamente, ni to-

car á las que puedan permanecer atracadas al muelle adosado al dique.

No pasaremos adelante sin dejar de llamar la atención respecto de las dos ventajas que se deducen de la disposición proyectada, en armonía con las consideraciones al principio expuestas.

Es la primera, la facilidad que presenta de poder aumentar las líneas de atraque y zona para las operaciones de carga y descarga, á medida que las necesidades del tráfico lo requieran, elevando á un máximo el grado de utilización de las obras que se ejecuten y obteniendo en consecuencia el mayor partido posible de los recursos, no muy abundantes, que el Estado pueda invertir en estas importantes construcciones; es indudable que de construirse las obras del muelle de ribera tal y como habían sido proyectadas, cuando las necesidades del tráfico requieran un aumento de longitud en la línea de muelles, sería preciso recurrir al indicado sistema de espigones, bien sea en la forma y disposición que nosotros propusimos, bien en otra que se considere más acertada, resultando en definitiva un gasto mayor que el que se ocasiona, abordando resueltamente la reforma que más adelante los intereses creados al abrigo del puerto y las mil circunstancias que no es posible prever pudieran dificultar y hasta imposibilitar, viniendo en definitiva á constituir el puerto del Musel, del que tan fundadas esperanzas abrigamos para el desarrollo del comercio y de la industria, la segunda edición del puerto actual, con su escasez de calado, falta de espacios y trabas, que tantas demoras, gastos y perjuicios ocasiona á las operaciones que en el mismo se realizan, en vez de facilitarlas, abreviarlas y abaratarlas.

Es la segunda ventaja, que con la ejecución de las obras en la forma que proyectamos se consigue que por sí mismas se presten el indispensable abrigo que tan necesario es para poder efectuar cómodamente las faenas comerciales; en su consecuencia podría demorarse por algún tiempo la ejecución de las obras del dique S., cuya construcción consideramos por el contrario de inmediata necesidad de ejecutarse las obras con sujeción al proyecto aprobado, á causa del poco abrigo que á la mayor parte del muelle de ribera proporciona el dique N. según hemos expuesto anteriormente, por lo cual sería muy escasa la utilización de aquellas obras é improductivos los enormes gastos que su ejecución requiere.

Entre el tercero de los espigones proyectados y el dique S. media un extenso espacio, cuya distribución se compone de un espigón para transatlánticos que se proyecta arrancando del dique S. en dirección normal á él, sobre el bajo conocido por el Rendiello, y de dos espigones de 93 metros de anchura, formando con el dique S. los espigones antes citados y el muelle de costa, normal á su dirección, tres dársenas rectangulares de 120 metros de anchura y una longitud de 300 metros dos de ellas, y 150 metros la tercera que comunican con el antepuerto por la espaciosa abertura de 260 metros que queda entre el muelle S. del tercero de los espigones proyectados y la cabeza del reservado á transatlánticos.

El trazado de los muelles en esta última parte de la distribución interior del puerto tampoco se ajusta á las prescripciones que nos habíamos impuesto respecto del calado; pero téngase en cuenta que cuando llegue el momento de la ejecución de estas obras, el puerto habrá llegado á su completo desarrollo, y que en tales circunstancias, como el movimiento mercantil no se halla limitado al que se opera en barcos de alto bordo y gran tonelaje, será preciso reservar espacio á las pequeñas embarcaciones que constituyen una

fracción, ciertamente no despreciable, del movimiento total y aquél tiene su sitio previsto en la expresada zona, independiente del resto, para evitar el entorpecimiento que en las evoluciones de los barcos puede ocasionar la acumulación de los mismos en determinados puntos.

Tal es, en definitiva, la distribución que proponíamos; en virtud de estas obras, de la extensión total abrigada por los diques exteriores, quedaría reservada á la superficie flotable del puerto una extensión de 71,08 hectáreas, de las cuales corresponden al antepuerto 24,56 hectáreas y el resto á las dársenas donde los buques han de efectuar sus operaciones comerciales.

El desarrollo total de los muelles, sin tener en cuenta la posible ampliación del muelle adosado al dique N., es de metros 6.335; clasificando el expresado desarrollo por los calados, obtenemos las siguientes cifras:

2.092 metros cuyo calado no llega á 5 metros bajo bajamar viva equinoccial; 2.873 metros ídem íd. comprendido entre 5 y 10 metros; 1.570 metros ídem íd. excede á 10 metros.

Y suponiendo, por último, que se establezcan las grúas y demás instalaciones necesarias, que se disponga de espacio suficiente para depositar las mercancías, y que como afirma M. Guérard, Ingeniero Jefe del puerto de Marsella, pueda en estas condiciones operarse un movimiento de 500 toneladas por metro lineal del muelle, con el desarrollo previsto en nuestro proyecto podría servirse un tráfico de 3.267.500 toneladas, cuya realización constituiría el bello ideal tantos años acariciado por los verdaderos amantes del progreso y adelanto de esta privilegiada región, movimiento que podrá superarse el día en que todas las instalaciones se hallen terminadas considerando que el tráfico de carbones es mucho más intensivo, y podrán, por lo tanto, servirse por metro lineal de muelle muchas más toneladas que las que M. Guérard asigna por término medio; conforme, en fin, con otra de las conclusiones fijadas por el citado Ingeniero, la relación entre la superficie flotable y longitud de muelles es de 110 metros cuadrados por metro lineal.

La ejecución del vasto plan que comprende el anteproyecto de distribución interior del puerto de que nos ocupamos exigiría de parte de la administración un enorme sacrificio, que estaría justificado si las necesidades actuales del comercio y la navegación exigieran para satisfacer al tráfico la gran extensión de línea de atraque y superficie de la zona de servicio de los muelles que dicho proyecto ofrece; pero como no sucede así, como las necesidades actuales del tráfico pueden servirse en una no muy extensa línea de atraque, siempre que ésta ofrezca el abrigo necesario y que al pie de ella encuentren los buques calado suficiente y se hallen provistos los muells de aparatos perfeccionados de carga y descarga, toda vez que la disposición de las obras se proyecta de tal suerte que puedan ser ampliadas sin entorpecer el libre uso y aprovechamiento de las construídas, creemos que por el momento no deben ejecutarse más obras que las que comprenden las tres primeras alineaciones del muelle de ribera y el primer espigón, según el trazado del anteproyecto que presentamos, modificando la disposición y trazado del muelle de ribera aprobado por Real orden de 6 de Julio de 1891.

Bajo el punto de vista de la línea de muelle de atraque, es indiferente una ú otra solución, pues según el proyecto aprobado, la longitud del muelle es, no incluída la prolongación necesaria para su enlace con la costa, de 1.270 metros, y según el anteproyecto de reforma que presentamos,

la línea de atraque está representada por una longitud de 1.174 metros, ó sean 96 metros menos que la anterior.

Bajo el punto de vista del calado, la solución que presentamos ofrece ventajas notables sobre la del proyecto aprobado, puesto que prescindiendo de la primera alineación de 288 metros de longitud que es común á uno y otro proyecto, en el último los calados se distribuyen en la siguiente forma:

Sobre bajamar, 118 metros; de 0 á 5 bajo bajamar, 668 metros; de 5 á 7 ídem íd., 196 ídem, mientras que en nuestro ante proyecto la distribución es la siguiente:

De 5 á 10 metros bajo bajamar, 479 metros; mayores de 10 metros bajo bajamar, 407 ídem.

Y, por último, considerada la cuestión bajo el aspecto del mayor ó menor abrigo, condición tan importante en un puerto comercial para que los buques verifiquen sus faenas con toda quietud y comodidad, la solución propuesta es notoriamente superior á la del proyecto aprobado.

III.—DISTRIBUCIÓN DE LA ZONA DE SERVICIO DE LOS MUELLES

Del mismo modo que respecto del plan de distribución interior del puerto decíamos que las necesidades del tráfico no requieren por el momento la ejecución de todas las obras que dicho plan comprende, consignábamos que no iba á ser objeto de nuestro ante proyecto, sino el estudio de la distribución de la zona de servicio de los muelles, cuya construcción la consideramos de inmediata necesidad; sería prematuro, en efecto, extender nuestro trabajo á la extensión total del puerto cuando éste no alcanzará todo su desarrollo en un dilatado período de años, durante los cuales los continuos perfeccionamientos introducidos en la manera de operar los transportes y en los medios de realizar las operaciones en los puertos obligarían probablemente á modificar una distribución basada en la manera como actualmente se halla organizada la explotación de un puerto. No obstante, dejamos trazadas las líneas principales de la distribución con el fin de dejar demostrada la posibilidad de llevarla á cabo en las mejores condiciones por enlace de las vías férreas que tienen acceso á los muelles con los ferrocarriles que concurren al puerto.

En su consecuencia, fué objeto especial de estudio la distribución de la zona como de servicio del muelle adosado al dique N. y la del muelle de ribera en la extensión que de inmediata ejecución le hemos asignado.

Es evidente que en la distribución de la zona de servicio de los muelles de un puerto influye muy especialmente la naturaleza especial del tráfico que deba servirse, imprimiendo en cada caso el sello característico que los distingue á unos de otros, y, por lo tanto, es de necesidad conocer la clase y tonelaje de las mercancías que por los mismos han de importarse y exportarse para subordinar á aquéllas la disposición de la complicada serie de mecanismo que constituyen el equipo de un puerto si éste ha de responder á las necesidades que actualmente reclaman el comercio y la navegación.

Es tan marcada en el caso concreto de que nos ocupamos la preponderancia de un determinado género de mercancía sobre las demás, que no hemos creído necesario hacer un estudio retrospectivo de la marcha del tráfico en el puerto actual de Gijón, para resolver con probabilidades de acierto el problema.

Resulta de las cifras consignadas en la Estadística general del comercio exterior é interior de España que anualmente publica la Dirección general de Aduanas, que la exportación de carbones absorbe por sí sola más de un 50 por 100 del tráfico total de entrada y salida en el puerto de Gijón; fácil es predecir con algún fundamento lo que ocurrirá en el momento en que el puerto del Musel se abra á la explotación, pues del mismo modo que como lo hacíamos notar, la inauguración de la dársena de San Juan de Nieva en el puerto de Avilés no disminuyó en un ápice el movimiento de carbones por el puerto de Gijón, sino que éste siguió el progresivo incremento que se observa constantemente desde hace años, presumimos que las nuevas obras darán lugar á un extraordinario incremento del movimiento de carbones, que constituye el tráfico especial de esta región, sin mermar por esto las cantidades que actualmente se exportan por los puertos abiertos á la explotación.

Éstos, y especialmente el de Gijón, puede decirse que han llegado al límite de su potencia mercantil y difícilmente podrán servir sus muelles un tráfico mayor; por el contrario, las explotaciones mineras toman de día en día mayor incremento, hallándose éste limitado por la escasez de medios de transporte y la dificultad de embarcar rápida y económicamente los productos; resuelto este último problema mediante la construcción del puerto del Musel, la mayor garantía de la fe que abrigamos en el rápido desenvolvimiento del tráfico estriba en las numerosas vías férreas, cuya concesión se ha solicitado, obtenido y construído por particulares, que poniendo en comunicación con el puerto las más importantes cuencas mineras de la provincia, abren nuevos cauces á la exportación de los combustibles que de aquéllas se extraen.

La suma del tonelaje del carbón, lingote y mineral de hierro, representa las tres cuartas partes del tráfico total; la otra parte restante la constituyen la importación y exportación de mercancías generales.

Entre estas últimas dominan actualmente los materiales de construcción, maderas y cereales.

En esta rápida ojeada de lo que ha de constituir el movimiento del puerto del Musel, hacemos sólo mención del tráfico de entrada, porque éste puede asegurarse, sin temor de que nos equivoquemos, que tendrá lugar por el nuevo puerto; en cuanto á la exportación, aparte de la correspondiente á carbones, que indudablemente escogerán el puerto del Musel para su embarque con preferencia á los demás, merece citarse el contingente que al movimiento ha de aportar la Compañía Minas de hierro y ferrocarril de Carreño, que cuenta con la habilitación del puerto para la exportación de las 100.000 toneladas de mineral que se calcula podrán extraerse anualmente de sus pertenencias mineras.

Y respecto de los productos elaborados por las industrias locales, si bien es cierto que pueden seguir rumbos diversos, considerando las enormes dificultades que para la comunicación con el interior de España ofrece el paso de la cordillera cantábrica, no sería aventurado suponer que la mayor parte de dicho tráfico escogerá para su transporte y con preferencia la vía marítima, como más expedita, rápida y económica, utilizando solamente para el tráfico de la región y acaso con las provincias vecinas las vías férreas.

Cuatro son las que concurren al puerto del Musel: la Compañía del ferrocarril de Langreo obtuvo la concesión de un ramal que, enlazando en Sotiello con la vía general de Gijón á Labiana, termina en el puerto del Musel, al cual

tiene su acceso por un túnel que, atravesando el Cabo de Torres, desemboca en el origen del dique N, sobre el cual solicitó y obtuvo en principio y mediante ciertas prescripciones la concesión para establecer dos vías, ocupando una longitud de 328 metros, contados á partir del muelle de ribera; dos grúas de 25 toneladas para el embarque de carbones por vagones completos, y dos grúas de 3 toneladas (Real orden de 17 de Septiembre de 1901), habiendo instalado á fines de 1907 una de cada clase.

Por ley de 31 de Enero de 1900, obtuvo D. Luis Belaunde la concesión de un ferrocarril de Veriña al Musel, comprendiendo una vía estrecha de un metro y otra vía del ancho normal de los ferrocarriles de España, enlazando en la citada estación de Veriña con la línea general del Norte.

Ambas vías desembocan á 11 metros de altura sobre la explanación del muelle de ribera del puerto del Musel, atravesando también el Cabo de Torres, frente á la ensenada de Fuente Negra, con un túnel de 395 metros de longitud; descienden paralelamente al trazado del citado muelle, dejando libre la zona de servicio que se le asigna en el proyecto y terminarán al nivel de los muelles en la estación del Musel, situada frente á la extremidad Sur del muelle de ribera, ocupando una longitud de 350 metros, dejando siempre libre la zona de servicio del mismo.

Con la vía estrecha de este ferrocarril, enlaza en la estación de Aboño, inmediata á la del Musel, la del mismo ancho perteneciente á la Sociedad Minas de Hierro y F. C. de Carreño, constituida con objeto de explotar las minas de hierro del expresado Concejo de Carreño, que cubren una superficie de 2.469 hectáreas y cuyos abundantes minerales se hallan así en ventajosas condiciones para ser transportados y embarcados para su exportación.

Enlazados con las vías del ferrocarril de Veriña al Musel, el concesionario D. Luis Belaunde solicitó y obtuvo por Real orden de 20 de Septiembre de 1900 la concesión para establecer dos cargaderos de carbones y minerales sobre el muelle de ribera, cuyas concesiones transfirió al Sindicato de Veriña-Aboño-Musel, y esta Sociedad ha construído el ferrocarril y el cargadero sobre la segunda alineación, teniendo en tramitación el proyecto reformado del segundo cargadero que va á instalarse sobre la alineación tercera.

Por último, la Compañía de los ferrocarriles de San Martín-Lieres-Gijón-Musel, es concesionaria del ferrocarril que lleva su nombre, cuya construcción ha dado comienzo, y del ramal de Tremañes á Veriña que enlaza aquél con el de Veriña al Musel y Carreño.

El primero de los ferrocarriles que componen esta pequeña red de vía estrecha (1.000 metros) pondrá en comunicación con el Musel la región alta de la cuenca de Langreo y las concesiones mineras de San Martín del Rey Aurelio y Lieres, y enlazando en este último punto con el ferrocarril de Oviedo á Infiesto, recogerá los productos de la parte oriental de la provincia y podrá extender su esfera de acción á todo el litoral cantábrico hasta la capital de Guipúzcoa.

Dicho ferrocarril entra en el Musel por el extremo Sur del muelle de ribera para empalmar en su día con la vía estrecha del ferrocarril de Veriña, el cual, enlazado por otra parte con el ramal de Tremañes á Veriña, formará una línea cerrada en cuyo interior quedará comprendido el arranque del cabo de Torres y en cuyo perímetro se hallan situadas las más importantes industrias últimamente establecidas, pudiendo recoger así á su paso los productos ela-

borados, transportar las materias primas y combustibles y facilitar la circulación de mercancías del interior y viceversa.

De lo expuesto resulta que, bajo el punto de vista de su enlace con las redes de caminos de hierro, el puerto del Musel va á encontrarse extraordinariamente favorecido y, por lo tanto, la mayor parte del movimiento mercantil del puerto va á tener lugar por las vías férreas que tienen su término en el mismo, y, en consecuencia, una estación de clasificación especial será indispensable donde puedan reunirse todos los vagones destinados al mismo muelle ó los que proviniendo de diferentes muelles deban ser expedidos en la misma dirección. Estaciones de este género no faltan nunca en ningún puerto en el que concurran circunstancias análogas, y la experiencia ha demostrado, por cierto, no haber tomado en cuenta con bastante amplitud las extensiones que debían preverse para el porvenir al proyectar semejantes estaciones, estableciéndolas donde fuese fácil aumentar económicamente su desarrollo, aun á costa de un mayor recorrido á máquina para la distribución de los vagones.

En vista de esto, de la circunstancia de no abundar en el Musel las superficies de terreno de extensión conveniente para el emplazamiento de la estación marítima y de que lo escarpado de la ladera del cerro de Torres y la proximidad de los muelles á la costa dejan tan poco espacio, la solución se halla en nuestro concepto perfectamente definida y no cabe discutir su elección; pareciéndonos, en efecto, que el sitio indicado es la ensenada del Musel, entre el arranque de la punta de la Espiga y el Tangón, ocupando el espacio actualmente destinado á taller de bloques del dique N. las antiguas obras de Ruiz de Quevedo y parte de los terrenos ganados al mar con las obras que se proyectan, pudiendo alcanzarse un desarrollo de 580 metros de longitud y 70 metros de latitud.

En dicha estación tendrán acceso las vías del ancho normal de España, vía del Norte y las vías de un metro de los

ferrocarriles enunciados, y según nuestro anteproyecto, de ella se destacará una doble vía de circulación para todo el puerto, á la que se enlazarán las especiales destinadas al servicio de cada muelle; estos enlaces se verificarán mediante curvas de 150 metros de radio, que consideramos suficiente para que el material en uso de aquellos ferrocarriles pueda, sin excepción, circular, si se tiene en cuenta que el tránsito por dichas vías ha de hacerse siempre á pequeña velocidad.

El número y la disposición de las vías que deben instalarse sobre cada muelle es variable, según la naturaleza del tráfico que por los mismos deba tener lugar.

Hemos visto, al exponer los resultados de las estadísticas publicadas por la Dirección general de Aduanas, que sólo un 25 por 100 del movimiento total del que tiene lugar por el puerto actual, lo constituye el tráfico de mercancías generales, con un peso aproximado de 100.000 toneladas, cuyo tráfico, partiendo de la exactitud de las conclusiones del dicatmen que Mr. Guerard emitió sobre este tema en el VII Congreso de Navegación, podría servirse en un muelle de 200 metros de longitud, siempre que éste se hallase equipado con arreglo á las exigencias de dicho tráfico; nos pareció, por lo tanto, que encontraría muy adecuado destino para dicho uso la primera de las alineaciones del muelle de ribera, cuya longitud es de 288 metros, y que podría en consecuencia satisfacer con holgura aquel movimiento, con una reserva de un 50 por 100 para las necesidades del porvenir, toda vez que en la distribución interior que del puerto propusimos es el único muelle en que la separación de la costa permite obtener la latitud necesaria para el establecimiento de las vías, almacenes y demás medios que requiere la utilización intensiva de dicho muelle como se practica en los puertos modernos.

ALEJANDRO OLANO,

Ingeniero de Caminos, Director del Sindicato Asturiano del puerto del Musel.

(Continuará.)

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Determinación de la energía necesaria para el amasado mecánico.

El Sindicato de panaderos de París ha emprendido varios ensayos comparativos con catorce amasadoras mecánicas (ocho máquinas francesas, tres suizas, dos alemanas y una holandesa).

Las cantidades trabajadas eran, para cada amasado:

	Kilogramos.
Harina.....	110,000
Levadura.....	1,100
Sal.....	1,650
Agua.....	60,000
Total kilogramos de pasta formada.....	172,750

Para cada máquina, los dos primeros amasados han sido efectuados en el horno del muelle de Anjou, y el tercer amasado en la Estación de ensayos de máquinas, intercalando una dinámometro entre la amasadora y el motor. Los panes se cocieron en el mismo horno con las mismas precauciones; una Comisión de panaderos apreció la pasta, las condiciones del trabajo, la calidad del pan, etc.

El trabajo mecánico necesario á una amasadora cualquiera parte de un mínimo al principio de la operación, aumenta más ó menos rápidamente, según los sistemas, para llegar á un má-

ximo, después del cual permanece estacionario ó disminuye ligeramente hasta el fin de la operación.

En lo que podemos llamar el primer período del trabajo, pequeñas masas de harina mojada ruedan en la harina todavía seca; estas masas aumentan poco á poco en número y en magnitud y se sueldan las unas á las otras. Cuando toda la masa ha trabado el trabajo mecánico, alcanza el máximo y el segundo período comienza; este período parece sobre todo consagrado á la mayor trabazón de la pasta, á su alargamiento y esponjamiento.

Se pudieron apreciar diferencias en la parte producida en los ensayos en cuanto á su mejor ó peor ejecución, pero no en cuanto á la calidad del pan, y la conclusión de la Comisión ha sido que las catorce amasadoras ensayadas daban todas un pan bueno y bien hecho.

Según este informe, las máquinas deberán clasificarse teniendo en cuenta el consumo de energía necesario para la operación, y otras consideraciones, tales como la comodidad del trabajo, la facilidad para que salga la pasta de la cuba, la facilidad de limpieza de los órganos amasadores, el ruido ocasionado por la máquina, los riesgos de accidentes, etc.

El trabajo con amasadora mecánica debe efectuarse en dos veces, separadas por un tiempo de parada durante el cual se deja á la pasta reposar en la cuba.

La duración útil (no comprendida la parada) para obtener

una buena pasta ha variado, según la forma, las dimensiones y la velocidad de los órganos amasadores, desde seis minutos á quince minutos treinta segundos.

Las cifras extremas que se han observado en los ensayos han sido:

Trabajo mecánico total necesario, 19,476 á 185,380 kilogramos.

Potencia máxima, 0,41 á 5 caballos.

Los mecanismos complicados han necesitado más energía sin ningún provecho para la calidad de la pasta obtenida.

El trabajo mecánico gastado cuando los órganos funcionan en vacío, ha variado de 1,75 kilogramos á 32,42 kilogramos por segundo; conociendo este trabajo y la duración de la operación, se puede, por diferencia, tener el trabajo mecánico útil empleado para la confección de 172,75 kilogramos de pasta. Según las máquinas, este trabajo útil ha variado desde 16,664 á 175,983 kilogramos.

Como el rendimiento en pan (cantidad y calidad) ha sido el mismo para las 14 amasadoras ensayadas, se puede decir que son suficientes 17.000 kilográmetros útiles, ó, en totalidad, 20.000 kilográmetros para preparar 172,75 kilogramos de pasta, ó sea por kilogramo de pasta, 98,4 kilográmetros y 115,7 kilográmetros.

Las amasadoras consideradas por la Comisión como suficientes bajo todos conceptos, exigen de 44.000 á 58.000 kilográmetros para preparar 172,75 kilogramos de pasta.

Comparando la longitud de las trayectorias descritas por los órganos amasadores con las notas obtenidas respecto á la calidad de la pasta, se ve que para las amasadoras consideradas desde este punto de vista como las mejores, la trayectoria útil está comprendida entre 300 y 600 metros.

Es evidente que no es solo la longitud lo que hay que considerar por lo que concierne al amasado, alargamiento y esponjamiento de la pasta; hay, además, otras condiciones que intervienen, tales como el área de acción de los órganos, su forma geométrica, sus dimensiones, su velocidad, el desplazamiento relativo de la pasta, es decir, de la cuba, etc. Desde este punto de vista habrán de emprenderse un cierto número de investigaciones científicas que no pueden indicarse en esta nota.

El momento que corresponde á la mayor resistencia opuesta por la pasta coincide con el trabado de la totalidad del gluten, convirtiéndose en masa elástica, es decir, con su hidratación completa; este momento está en relación con la forma de los órganos amasadores y su número de vueltas ó de carreras. Las máquinas que han de suministrar pasta considerada como la mejor, necesitan para el fraguado de cinco á seis minutos y de 140 á 160 carreras de los órganos amasadores.

Finalmente, cuando las amasadoras son movidas por motores eléctricos, como en París, pagando la corriente á 0,03 francos el hectowat-hora, los gastos de energía para las máquinas consideradas como excelentes pueden variar, por amasado, desde 0,06 francos á 0,08 francos; es decir, que el amasado mecánico efectúa la obra á un precio mucho más pequeño que la operación manual, siendo por otra parte completamente satisfactorio desde el punto de vista de la higiene pública.

La unificación de las unidades de intensidad luminosa.

Con el objeto de determinar con el mayor cuidado posible las relaciones existentes entre las unidades fotométricas de América, de Francia, de Alemania y de la Gran Bretaña se han hecho comparaciones en diferentes ocasiones, en estos últimos años, entre las unidades de intensidad luminosa conservadas en el Bureau of Standards, de Washington, en el Laboratorio central de electricidad de París, en la Physikalisch-technische Reichsaustalt de Berlín y en el National Physical Laboratory de Londres.

La unidad luminosa del Bureau of Standards se ha conservado por intermedio de una serie de lámparas de incandescen-

cía eléctrica, cuyos valores se determinaron en el origen en función del *Hefner*, unidad alemana.

La unidad luminosa del Laboratorio central de electricidad de París es la bujía decimal, veinteava parte de la muestra (*violle*) definida por la Conferencia internacional de las unidades de 1884, y que es considerada como 0,104 de la lámpara Carcel, según las experiencias de M. Violle.

La unidad luminosa de la Physikalisch technische Reichsaustalt está dada por la lámpara Hefner ardiendo en una atmósfera á la presión barométrica normal de 76 centímetros, y conteniendo 8,8 litros de vapor de agua por metro cúbico.

La unidad luminosa del National Physical Laboratory está dada por la lámpara de 10 caudles de Vernon-Harcourt, ardiendo en una atmósfera á la presión barométrica normal (76 centímetros) y conteniendo 8,8 litros de vapor de agua por metro cúbico.

Además de las comparaciones directas entre las lámparas de llama efectuadas recientemente en los laboratorios nacionales de Europa, se han hecho mediciones en 1906 y en 1908 entre las unidades europeas y americanas, por intermedio de lámparas eléctricas con filamento de carbono cuidadosamente estudiadas, y el resultado de todas estas comparaciones da las relaciones siguientes entre las unidades luminosas enumeradas anteriormente.

Salvo errores de experiencia, la unidad inglesa tiene el mismo valor que la bujía decimal; es un 1,6 por 100 menor que la bujía muestra de los Estados Unidos de América y un 11 por 100 mayor que la unidad Hefner.

El Bureau of Standards ha tomado la iniciativa de provocar la unificación de medidas luminosas en América, en Inglaterra y en Francia, y con este objeto ha propuesto reducir su unidad luminosa en un 1,6 por 100. La fecha fijada para este cambio es el 1.º de Julio de 1909.

Á partir de esta fecha, dentro de los límites de precisión necesarios en la práctica industrial, se podrán utilizar las relaciones siguientes:

1 bujía decimal = una bujía americana = una bujía inglesa y la unidad Hefner, se considerará igual á 0,9 de este valor común.

El Bureau of Standards de América, el National Physical Laboratory d'Angleterre y el Laboratorio Central de Electricidad de París, se han puesto de acuerdo para asegurar la permanencia de esta unidad luminosa común.

Por iniciativa del Comité electrotécnico francés, y después de lo dicho por el Comité electrotécnico británico, la Comisión electrotécnica internacional ha presentado una proposición incidental con objeto de dar á esta unidad luminosa común el nombre de *bujía internacional*.—(P. Janet.)

Ensanche de la estación Victoria, en Londres.

El *Engineering News* del 11 de Febrero describe las modificaciones realizadas en la estación terminal Victoria, para poder satisfacer las necesidades cada vez mayores del tráfico de viajeros.

La estación está establecida entre una calle muy frecuentada y otra estación, razón por la cual no es posible ensancharla. La solución adoptada ha consistido, por consiguiente, en aumentar la longitud de la edificación con objeto de poder recibir dos trenes por vía; la longitud de los muelles se ha llevado hasta 400 metros.

La presencia de un tren no debe evidentemente estorbar en nada la salida ó la llegada del segundo tren sobre la misma vía. Esta condición se ha satisfecho de la manera siguiente: las vías llegan á la estación por haces de tres; después, á la mitad de la longitud de los muelles, estos haces se reducen con los empalmes necesarios á dos vías que van hasta los topos; las vías exteriores de los haces, únicas que están bordeadas de andenes, reciben los trenes y en ellas se estacionan para el embarque y

desembarque de los viajeros; la vía del centro, que se reserva para las maniobras, sirve de acceso ó de salida del haz doble cuando un tren ocupa una de las vías exteriores del haz triple.

La capacidad de la estación ha podido, pues, duplicarse sin comprometer en nada la seguridad de la explotación.

La Waterside Station núm. 2, nueva central eléctrica de la New-York Edison C^o, en New-York.

El *Electrical World* del 4 de Marzo da una descripción de esta nueva estación eléctrica que ha sido construida al lado de la Waterside Station núm. 1, en las orillas del East River en New-York.

En Octubre de 1901, la Waterside Station núm. 1 tenía una potencia de 32.000 kilowatts y era susceptible de adquirir una potencia doble, que parecía ser suficiente. Tres años después se vió la necesidad de aumentar esta instalación y de aumentarle la estación núm. 2, todavía más potente. Actualmente, la primera central representa una potencia de 130.000 caballos, y la central núm. 2 una potencia de 200.000 caballos.

La Waterside Station núm. 1 comprende: 56 calderas tubuladas, 11 generatrices de 3.500 kilowatts, 3 de 10.000 y 2 de 5.000.

La Waterside Station núm. 2 posee: 96 calderas tubulares con recalentadores; 6 generatrices de 8.000 kilowatts, 2 de 7.500 y 2 de 14.000.

Una parte importante de las generatrices es movida con turbinas de vapor verticales ú horizontales.

La alimentación de combustible y la limpieza de las cenizas se hacen casi exclusivamente por procedimientos mecánicos.

Transmisión por cables de algodón.

El *Engineer* del 19 de Febrero analiza una Memoria de M. E. Keswyon sobre las transmisiones por cables de algodón y las reglas que se deben seguir para el trazado de las gargantas de las poleas que reciben estos cables.

Las gargantas de las poleas deben tener flancos rectilíneos y no curvos; estos últimos provocan un desgaste rápido del cable. Los flancos rectilíneos deben formar un ángulo de 40 grados para cables de 32 milímetros de diámetro ó mayores; de 30 grados, para cables de dimensiones medias, y 15 grados, para pequeños cables de 12,7 milímetros ó menores.

La profundidad de la garganta debe ser tal, que el cable no pueda tocar el fondo ni trabajar al contacto de la superficie de sección semicircular que la forma habitualmente. El autor indica los trazados que permiten que se obtenga este resultado para diferentes tipos de cables y de gargantas.

El diámetro del arrollamiento sobre la polea se toma igual á treinta veces el diámetro del cable. Es preferible emplear un número más grande de cables de pequeñas dimensiones sobre una polea de diámetro relativamente pequeño, que un número restringido de gruesos cables sobre una polea de gran diámetro.

El límite práctico de velocidad de los cables debe ser igual á 25 metros por segundo.

Fabricación de la fundición con horno eléctrico.

Tan pronto como el horno eléctrico se introdujo en la industria siderúrgica, nació el deseo de obtener directamente el acero por la acción de la corriente eléctrica sobre el mineral. Se observó desde luego que sería más racional dividir la ope-

ración, en la fusión eléctrica, como se hace en la fusión ordinaria, en dos fases: producir desde luego la fundición ó un hierro bruto, y refinar después este producto.

Pero en tanto que la producción del acero con ayuda de la electricidad ha tomado un desarrollo enorme, la de la fundición no ha progresado.

En el *Stahl und Eisen* del 24 de Febrero, M. Neumann explica este hecho por consideraciones de orden económico. Los países que producen más hierro tienen coke á poco precio, y la fuerza motriz de los saltos de agua es relativamente cara, razón por la cual estos países prefieren el alto horno al horno eléctrico. Pero hay países—Suecia, Noruega, Italia—que no tienen hulla y tienen la fuerza motriz á precio poco elevado. ¿Qué método deben preferir para la producción del hierro? Cálculos comparativos solamente pueden indicar que es el más ventajoso, sin servirse del alto horno ó del horno eléctrico.

Estos cálculos son muy complicados y poco seguros. En los altos hornos, el óxido de hierro se reduce sobre todo por el óxido de carbono, y en el horno eléctrico se hace principalmente por el carbono sólido; pero las proporciones que convienen para la reacción, no son conocidas; los datos cambian de un caso á otro. Á título de ejemplo, el autor expone algunos de estos cálculos.

Puente metálico para carretera, con revestimiento de hormigón, en New-York.

El *Engineering Record* del 20 de Febrero da una descripción y dibujos del puente construido por encima de las vías de la Compañía del New-York, New-Haven and Hartford Railroad.

Es un puente oblicuo con una longitud de 70 metros y un ancho de 30 metros; pasa por encima de muchas vías del camino de hierro, á una altura de 6 metros por encima del nivel de los carriles.

Se divide en tres tramos que tienen respectivamente 16,30 y 24 metros de luz. Los puntos de apoyo extremos son muros de hormigón que sirven al mismo tiempo para sostener las tierras. Los puntos de apoyo intermedio son: un pilar de hormigón y otro de hierro, compuesto principalmente de tres postes verticales, que soportan una viga, su cajón y arriostrados por fuertes cruces.

El puente comprende tres vigas principales que dividen la calzada en dos, y vigas transversales, construidas en cantilever, que refieren á las vigas maestras el peso de los andenes. Estas vigas transversales tienen próximamente 90 centímetros de altura.

Las viguetas de la calzada tienen 50 centímetros de altura y están espaciadas 90 centímetros; las de los andenes no tienen más que 45 centímetros y están más espaciadas.

Los pisos son de hormigón armado con metal *deployé*, de un espesor mínimo de 13 centímetros.

Al mismo tiempo que se ha echado el hormigón sobre los pisos, se han anegado en él las viguetas á fin de protegerlas de la corrosión de los gases de las locomotoras.

Las vigas transversales, la parte inferior de las vigas principales y el apoyo intermedio de hierro se han recubierto igualmente de un revestimiento protector de hormigón.

Los andenes van bordeados por el lado de la calzada por tres cantoneras que forman dos escalones y exteriormente por una viga alta que forma pretil.

La construcción de este puente ha exigido próximamente 9.000 toneladas de acero, 2.200 metros cuadrados de metal *deployé* y 560 metros cúbicos de hormigón.