

# 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.

## ELECTRICIDAD

### Las lámparas de incandescencia con filamentos metálicos.

*Procedimientos de fabricación.*—Las lámparas de incandescencia con filamentos metálicos (tántalo, tungsteno, etc.) son hoy de un uso corriente por la economía que procuran, no obstante ser de precio más elevado que las lámparas ordinarias.

Los procedimientos de fabricación de estas lámparas son aún poco conocidos, por lo que juzgamos interesante resumir á continuación las reseñas dadas sobre este asunto por M. Blondel ante la Sociedad internacional de Electricistas.

*Procedimientos directos.*—Hay una primera categoría de procedimientos en la cual se forma el filamento directamente, por medio del metal de que se quiere hacer uso, ó de uno de sus compuestos. Se puede operar por estirado á la hilera, ó por compresión á la prensa, en una hilera, partiendo de una pasta plástica. Según los casos, se opera sobre polvo metálico puro, ó hecho puro con un simple calentamiento; sobre polvo metálico conteniendo impurezas que exigen un tratamiento de purificación; ó, finalmente, sobre compuestos que exigen un tratamiento químico antes de dar un filamento metálico.

El estirado en la hilera no se aplica hasta ahora más que al tántalo muy puro. Se obtienen, por el contrario filamentos hilados con metales refractarios, operando sobre coloides metálicos desecados con cuidado (procedimiento Kurel). Prensados á través de una hilera de diamante, estos coloides gelatinosos dan filamentos no conductores, que se desecan después que se han calentado á 100 grados en hidrógeno ó en el vacío. El paso de una corriente los pone entonces incandescentes, y los filamentos toman una estructura metálica y homogénea, disminuyendo mucho de longitud y de diámetro.

Se puede añadir á la pasta antes de hilada polvo ú óxido coloidal del metal refractario empleado, óxido que se reducirá ulteriormente.

El procedimiento más usual es el hilado de filamentos de metal impuro. Las impurezas son el óxido ó el carburo del metal, procedente este último del aglomerante orgánico empleado para el hilado y que da la ductilidad y la cohesión

necesaria al filamento. En este caso es necesario, después de la calcinación, efectuar la reducción y la descarburación de este filamento. Así se opera, por ejemplo, en las lámparas Osram de filamento de tungsteno. La descarburación tiene lugar llevando el filamento á la incandescencia en una atmósfera de hidrógeno que contiene una débil cantidad de vapor de agua. M. Blondel indica otros procedimientos.

Para evitar esta descarburación se han ensayado aglomerantes de descarburación automática, es decir, que contengan bastante oxígeno para quemar su carbono, pero la dosificación exacta del oxígeno es muy delicada. Se han ensayado también aglomerantes no carburados (sulfuro ó fosfuro de amonio, etc.), pero tienen otros inconvenientes, razón por la cual se ha acudido generalmente á la descarburación.

Parece más natural que en lugar de preparar de antemano el metal refractario, se haga desde luego el filamento con un compuesto y reducir en seguida éste, lo que produce una gran contracción del filamento y facilita la obtención de hilos mucho más finos.

En el procedimiento dux, por ejemplo, se tratan los trióxidos de tungsteno por un exceso de amoníaco en disolución hasta la formación de una masa pastosa plástica, formando ácido tungsténico hidratado gelatinoso, que se puede hilar como los filamentos de celulosa y que fragua en el aire. Desecados en la estufa al abrigo del aire, estos filamentos resultan bastante conductores para ser llevados á la incandescencia, siempre al abrigo del aire, por una corriente eléctrica, lo que les convierte bien pronto en estado de filamentos de metal puro.

Algunas veces se hila una pasta que contiene un óxido y un aglomerante que se descarbura después; el carbono del aglomerante reduce el óxido y se elimina bajo la forma de óxido de carbono (procedimientos de la General Electric C.<sup>o</sup>, de la Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft, de la Sociedad francesa Auer, etc.)

*Procedimientos indirectos.*—Estos procedimientos se fundan en el empleo de un filamento ejecutado con otra materia distinta de la destinada á la incandescencia y á la cual sirve de sostén provisional ó definitivo.

Se ha ensayado, en efecto, desde hace algún tiempo depositar sobre un filamento de carbono metales ú óxidos precipitados por una reacción producida al contacto del filamento incandescente; pero este procedimiento no ha resul-



tado práctico más que cuando ha sido seguido de una descarbonación (procedimiento Just y Hanaman). El filamento de carbono se lleva en este procedimiento á la incandescencia en una atmósfera de hidrógeno cargada de compuestos reductibles (cloruro ú oxiclururo de tungsteno, por ejemplo), formándose así un ligero depósito. Se somete después el filamento á una alta temperatura en un gas inerte, donde el carbono y el metal se combinan, terminado lo cual se añade al gas un poco de vapor de agua que destruye rápidamente el carbono de las capas superficiales y poco á poco el de las capas profundas hasta la descarbonación completa.

Estas operaciones pueden ventajosamente combinarse, añadiendo el vapor de agua al primer gas, con lo que se consigue que la descarbonación se haga á medida que se va formando el depósito metálico y desaparezca el filamento de carbono antes de terminar aquél.

Se pueden también incorporar á los filamentos metálicos fabricados por un procedimiento cualquiera pequeñas cantidades de sustancias extrañas. Así, M. Kuzel, calentando un filamento en vapores de un compuesto hidrogenado de carbono, de boro ó de silíceo, le da una resistencia mucho más grande que antes, se produce efectivamente una combinación superficial del metal y del metaloide, una especie de cementación del filamento, á pesar de lo cual el punto de fusión no se modifica.

Las principales dificultades en la fabricación de las lámparas con filamentos metálicos están en la delicadeza de la herramienta y en la mayor complicación de las operaciones comparadas con las de las lámparas ordinarias. La extrema finura de los filamentos (0,03 milímetros de diámetro) determina numerosas roturas; en muchos tipos la colocación en la ampolla de los filamentos es sumamente delicada, como lo es igualmente el reblandecimiento en caliente del filamento, que requiere algunas precauciones en la construcción y en el empleo de las lámparas.

La distribución de la luz, con lámparas cuyos filamentos son verticales, que es el caso general, teniendo lugar principalmente en el plano ecuatorial, la intensidad según la vertical es débil, lo que es casi desventajoso, pero se puede remediar por el empleo de reflectores apropiados.

Las lámparas de tántalo ó de tungsteno se practican corrientemente para intensidades de 16, 25 y 50 bujías, con una duración media de ochocientas horas las pequeñas y de mil quinientas las grandes. El consumo específico varía entre 1,25 watios (tungsteno) á 2,2 watios (tántalo) por bujía, medida según la horizontal.

Las grandes lámparas de 200 á 500 bujías tienen un rendimiento por lo menos igual al de las pequeñas y son mucho menos frágiles; pueden montarse en redes de 220 voltios y encuentran un empleo en el alumbrado de las grandes salas y aun en las calles, donde pueden hacer competencia á las lámparas de arco de pequeño modelo, que tienen el inconveniente de exigir una conservación diaria.

El precio de costo del alumbrado para estas diversas lámparas puede fácilmente calcularse por la fórmula:

$$P = \frac{p}{lt} + \frac{p'w}{1.000} \quad (p, \text{ precio de una lámpara, } 3,50 \text{ á } 4 \text{ francos para las lámparas de } 16 \text{ á } 50 \text{ bujías; } p', \text{ precio del kilowathora; } l, \text{ intensidad media esférica, en bujías; } t, \text{ duración de una lámpara; } w, \text{ consumo por bujía media esférica, ordinariamente } 2 \text{ á } 3 \text{ watios}).$$

En el cuadro siguiente se comparan el alumbrado por

incandescencia con los otros sistemas de alumbrado y da los precios extremos que se encuentran normalmente.

Gastos de explotación de las lámparas eléctricas y con gas.

	INCANDESCENCIA		INCANDESCENCIA ELÉCTRICA			
	POR EL GAS		Por el carburo 32 B durante 300 horas.		Por el tungsteno 32 B durante 1.000 horas.	
	Ordinaria	Invertida	110 voltios.	220 voltios.	110 voltios.	220 voltios.
	Gas á 0,20 fr. el metro cúbico.		Electricidad á 0,70 fr. el kilowathora.			
Consumo horario por lámpara en wathoras ó en litros.....	80	80	110	120	35	45
Gasto correspondiente al consumo en francos...	0,016	0,016	0,07	0,084	0,0245	0,0315
Gastos de renovación de lámparas por hora.....	0,004	0,004	0,0017	0,003	0,0037	0,0062
Gastos totales de alumbrado por hora.....	0,20	0,20	0,072	0,087	0,028	0,038
Intensidad luminosa esférica media, en bujías decimales.....	65	60	28	28	28	28
Precio de la Bmed. esf. por hora....	0,00030	0,00033	0,00258	0,031	0,010	0,0136
	Gas á 0,10 fr. el metro cúbico.		Electricidad á 0,10 fr. el kilowathora.			
Gasto de consumo	0,008	0,008	0,01	0,011	0,0035	0,0045
Gastos totales comprendida la renovación.....	0,012	0,012	0,012	0,014	0,0072	0,0107
Precio de la Bmed. esf. por hora....	0,00018	0,00020	0,00043	0,0003	0,00026	0,00038

Es de prever que la simplificación de los procedimientos de fabricación, la reducción del número de filamentos y de su longitud, la reducción de la fragilidad, y, finalmente, la baja del precio de coste, den cada vez más á las lámparas con filamentos metálicos y particularmente de tungsteno la preponderancia sobre las otras lámparas de incandescencia.

*Influencia del exceso del voltaje sobre la duración de las lámparas con filamento metálico.*—Por duración de una lámpara de incandescencia se puede entender, ya la duración absoluta, es decir, aquella al cabo de la cual la lámpara se encuentra destruída, ya la duración útil, ó sea la que al término de la cual hay interés ó necesidad de reemplazar la lámpara, sea por razón de la disminución de su rendimiento, sea simplemente porque su poder iluminante ha descendido por debajo del límite admisible, que es en general el 80 por 100 del poder iluminante inicial.

Para las lámparas con filamento de carbono, la duración absoluta está perfectamente determinada: la lámpara efectivamente está fuera de uso cuando el filamento se corta una primera vez. Para las lámparas con filamento metálico se puede, por el contrario, orientándolas convenientemente, llevar, en general, las dos extremidades del filamento al contacto; la soldadura se produce y la lámpara puede utilizarse en un nuevo período. Generalmente se designa por duración absoluta la que precede á la primera rotura.

Se sabe, desde hace mucho tiempo, que la duración de una lámpara con filamento de carbono depende esencialmente de la tensión á la cual se la somete, y se sabe también que cuanto más elevado es su rendimiento más sensi-



ble es á las variaciones de voltaje. Esta es la razón por la cual en ciertas redes donde la regulación es excelente se emplean con satisfacción lámparas de 2,5 watios por bujía, lo que no ocurre en otras, donde apenas si se pueden emplear lámparas de 3,5 watios.

Hasta ahora se poseen pocos datos acerca de la influencia del exceso de voltaje sobre la duración de las lámparas con filamento metálico. M. H. Rémané ha presentado en la Asamblea anual de la Unión Electriciens Allemands, el año último, el resultado de las observaciones que él ha hecho en este sentido sobre la lámpara Osvam.

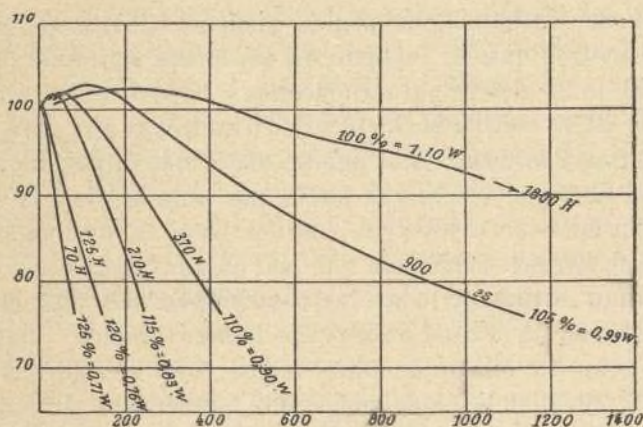


Fig. 1.ª

Un lote de 144 lámparas se dividió en cinco grupos que han sido ensayados bajo tensiones constantes que variaban entre 100 por 100 y 125 por 100 de la tensión normal, ó dicho de otro modo, desde la tensión normal hasta un sobre voltaje de 25 por 100. La figura 1.ª resume los resultados de estos ensayos.

Si la resistencia del filamento permanecía constante, la energía absorbida crecía como el cuadrado de la tensión. En realidad, la resistencia del filamento aumentando con la temperatura, la energía crecía menos rápidamente que este cuadrado. El cuadro siguiente indica las variaciones al mismo tiempo que la de la intensidad luminosa.

Tensión en %	Cuadrado de la tensión en %	Watios en %	Resistencia en caliente en %	Intensidad luminosa en %
100	100	100	100	100
105	110,1	108,5	101,3	121,5
110	121	117	103,4	143
115	132,2	125,3	105,5	167
120	144	133,2	108	193,5
125	156,3	142,7	109,6	221

Si se fija la atención en la figura 1.ª, se verá que á la tensión normal la intensidad luminosa comienza por crecer con el tiempo. La corriente aumenta también, pero insuficientemente para corresponder al incremento del poder iluminante, y el filamento sufre, por lo tanto, una modificación, en el sentido de una reducción de superficie.

La temperatura del filamento, y, por consecuencia, un rendimiento luminoso tienden también á elevarse, y al cabo de 400 horas próximamente, la intensidad luminosa ha vuelto á su valor primitivo, y al calor de 800 á 1.000 horas, la corriente ha vuelto igualmente á su primer valor, perdiendo el filamento poco á poco partículas infinitesimales que, proyectadas sobre el vidrio, pueden contribuir también á reducir el flujo luminoso. Para formarse una idea de la influen-

cia de este factor, basta tener en cuenta que la absorción crece en progresión geométrica cuando el espesor de la capa crece en progresión aritmética, y que esta capa es una función lineal de la duración de la lámpara.

Las cifras marcadas sobre cada curva de la figura 1.ª indican la duración útil en cada caso, es decir, el tiempo al cabo del cual la intensidad luminosa primitiva se ha reducido en un 20 por 100.

En régimen normal la duración útil es generalmente inferior á la duración absoluta; pero no ocurre lo mismo en un régimen de sobrevoltaje, lo que pone de manifiesto la influencia de éste sobre la duración de la lámpara.

Se observa igualmente que cuanto mayor es la tensión, más se aproximan los máximos al origen, al mismo tiempo que es más corta la duración de la sobreintensidad luminosa.

Partiendo de estas observaciones, M. Rémané ha determinado los coeficientes por los cuales es necesario multiplicar la duración de la lámpara con sobrevoltaje para obtener la duración en régimen normal. La figura 2.ª da un diagrama. En él se ve que una lámpara que hubiera ardido cien horas con un sobrevoltaje de un 10 por 100 estaría en el mismo estado que si hubiera ardido  $100 \times 5,36 = 536$  horas en régimen normal. En duración normal se tenía, pues, acortada en  $536 - 100 = 436$  horas.

M. Rémané ha, finalmente, determinado cuál es el número de bujías-horas suministrado por la lámpara durante el período de duración útil, según el régimen á que ha estado sometida.

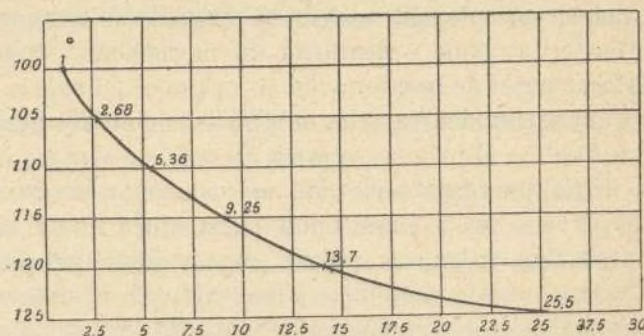


Fig. 2.ª

El cuadro siguiente, que se refiere á lámparas de 32 bujías, demuestra que este número disminuye rápidamente con el sobrevoltaje.

TENSION EN %	BUJÍAS HORA	
	Totales.	%
100 .....	8 360	100
105 .....	5.088	51
110 .....	2.200	26
115 .....	1.260	15
120 .....	770	9
125 .....	430	5

Conviene añadir á lo dicho que estos ensayos se han hecho con corriente alterna: pero el autor estima que la diferencia con la corriente continua, si hay alguna, será de poca importancia. — O.





## OBRAS DEL PUERTO DE VIGO

(CONTINUACIÓN)

No son tan buenas las condiciones del muelle respecto de la zona de servicio, pues no teniendo más que 18 metros de latitud y atracando los buques por varios frentes, apenas hay espacio más que para las vías, no siendo posible establecer zonas de depósito ni almacenes.

Para remediar, en lo posible, estos inconvenientes se redactó el proyecto de obras, llamadas complementarias, en cuya Memoria se indicaban las razones que las hacían precisas, poniendo de manifiesto que las hidráulicas de un puerto no prestan el debido servicio al comercio y á la navegación si no existen medios rápidos y económicos de carga y descarga y almacenes para las mercancías.

Siendo esto cierto, tratándose de muelles de fábrica, que se construyen con zonas extensas, que permiten disponer de 80 á 100 y más metros cuadrados por metro lineal de atraque, calcúlese lo que sucederá en el muelle de hierro, donde sólo hay 10 metros cuadrados por metro lineal de atraque. Esta falta de espacio es consecuencia del sistema de construcción, porque con el empleo de los pilotes de hierro, como base del muelle, el coste es proporcional al área, mientras que en las obras de fábrica el coste es casi proporcional al perímetro, puesto que las unidades más caras corresponden á los muros exteriores, siendo el interior un relleno relativamente barato, que permite aumentar la latitud sin excesivo gasto. En el caso del puerto de Vigo se agravaban las dificultades, por no existir ningún otro muelle de atraque, y, por lo tanto, la carga y descarga de mercancías había de acumularse en el de hierro.

Las obras complementarias se dividieron en dos grupos, incluyéndose en el primero la zona de servicio con los almacenes, depósitos descubiertos de mercancías y las rampas para el servicio de los buques que hacen el tráfico del cabotaje entre Vigo y las rías próximas, y también para el de las gabarras, puesto que, dada la insuficiencia de la línea de atraque, había de continuarse el transbordo de una parte de las mercancías por este medio, y debía evitarse que siguieran teniendo que varar en la playa.

Lo propio sucedía con la piedra de construcción y otras mercancías transportadas en lanchas desde diferentes puntos de la ría.

El segundo grupo comprendió las grúas, vagones, vías, medios de amarra, que eran precisos para la rápida descarga.

Lo que más importancia tenía era disponer de una buena zona de servicio dotada de almacenes y vía para vagones y carros. Para conseguir esto, lo mejor hubiera sido distribuir el tráfico á uno y otro lado del muelle de hierro, y lo más próximo posible al arranque del mismo. Pero la circunstancia de tener el malecón por el lado del Este muy escasa longitud, ha obligado á extenderse en sentido opuesto, donde ya había un principio de zona de servicio, aun cuando con el ancho insuficiente de 35 metros. Con esta latitud, por poca superficie que se destinase á los almacenes y debiendo, además, instalarse en ambos lados de éstas vías ordinarias y férreas, no era posible hacer una distribución aceptable.

Los servicios que debía comprender eran los siguientes:

1.º Zona próxima al mar, con vía ordinaria para dar paso al tráfico entre el muelle de hierro y el de La Lage y la ríbera del Berbés.

2.º Zona para vías férreas contiguas á los almacenes por el lado Norte.

3.º Zona de almacenes, pabellones para servicios del puerto y depósitos descubiertos.

4.º Zona para vías férreas al Sud de los almacenes.

5.º Vía ordinaria contigua á la zona anterior.

Después de varios tanteos para reducir al mínimo la superficie que era preciso expropiar, para tener el ancho indispensable, se pudo hacer una distribución regular, ocupando sólo la primera faja de solares y la calle adyacente por el Sur, puesto que al Norte existía la zona de 35 metros de que antes se hizo mérito.

De este modo, se ha podido disponer de un ancho de 73,50 metros que se repartió en la forma siguiente: zona central de 28 metros para almacenes y depósitos descubiertos, de 20,50 metros al Norte y de 25 metros al Sur para vías ordinarias y férreas. Éstas debían tener más importancia en la zona Sur, por ser la que había que enlazar con la estación del ferrocarril y servir después para la prolongación hacia el Berbés. Claro está que las obras complementarias no podían satisfacer todas las condiciones que una buena distribución de la zona de servicio hubiera debido cumplir, pues, como su mismo nombre indica, sólo se aspiraba con ellas á remediar las deficiencias que presentaba el muelle de hierro, por la naturaleza de los materiales que lo constituyen y demás circunstancias mencionadas. De todos modos han cumplido su objeto y, como se indicó al hacer el proyecto, se impone en lo sucesivo que los nuevos muelles tengan los almacenes y zona de servicio contigua al frente de atraque, con lo cual podrán formar un todo armónico y completo.

Como el proyecto de obras complementarias se redactó en 1890, pudo ser aprobado en 5 de Enero de 1891, y adjudicada la subasta en Mayo, se activaron las obras de modo que al hacerse la recepción provisional del muelle de hierro, en 21 de Junio de 1893, pudo verificarse también la de las vías, grúas, medios de amarre, rampas y zona de servicio para el comercio de cabotaje, quedando en construcción el almacén de mercancías y los pabellones para las oficinas relacionadas con el servicio del puerto.

Mientras se hacían estas obras se redactó el proyecto de mejora del Berbés. Siendo aquella playa el punto donde se concentra todo el tráfico á que da lugar la descarga de pescado y las faenas necesarias para su transporte al interior, era indispensable proporcionar algún abrigo y dotar la dársena de muelles y rampas. Todo ello constituía un verdadero puerto destinado especialmente para las lanchas y vapores de pesca. Desgraciadamente los recursos de que disponía la Junta de Obras del Puerto no permitían acometer obras de gran coste, y por lo tanto hubo de limitarse el proyecto á las más indispensables para que pudieran efectuarse con facilidad las operaciones de descarga del pescado, sin pretender que en el espacio abrigado hubiera el área suficiente para el fondeo de la numerosa flota pesquera de Vigo.

Contribuyó también á adoptar esta resolución la circunstancia de tener grandes profundidades á corta distancia de la costa, lo cual impedía extenderse mucho con los diques de abrigo, por ser el coste, no proporcional á su desarrollo, sino mucho mayor.

Aun reducidas, en lo posible, las dimensiones de la dársena se llegó en el dique Oeste á 11 metros de calado, á bajar viva, profundidad excesiva tratándose de un puerto para lanchas y vapores de pesca.



Como la situación económica de la Junta del Puerto tampoco permitía emprender obras de gran coste, se redactó un proyecto cuyo presupuesto ascendía á 703.999,67 pesetas, sin contar la expropiación del matadero y muelle de ribera en la parte del Oeste que no podía realizarse hasta que el Municipio trasladase el macelo á otro punto, pues tratándose de un servicio público, no podía derribarse sin hacer otra instalación aunque fuese provisional.

Las obras comenzaron en 15 de Octubre de 1894, pero no se activaron hasta la primavera de 1895, habiéndose terminado los diques de abrigo y parte oriental del muelle de ribera en Noviembre de 1899. La parte del Oeste del muelle de ribera no pudo hacerse hasta el año 1902, en que se había ya trasladado el matadero; su presupuesto era de 139.931,03 pesetas habiéndose abonado al contratista 114.677,65. El total de las obras de la dársena del Berbés ascendió á 838.547,12 pesetas, constituyendo un pequeño puerto en cuanto á superficie, aun cuando con calados excesivos en la parte del Oeste, dado que sólo se destina á lanchas y vapores de pesca.

Mientras se construía la dársena del Berbés, se redactó el proyecto de muelle de enlace con la Lage, obra que no había podido intentarse hasta que no desapareciera la batería situada en el último punto citado. Cedida en virtud de una ley al Excmo. Ayuntamiento de Vigo, pudo subastarse la obra en 9 de Abril de 1896.

El proyecto comprendía un muelle fundado sobre escolera que limita la zona de servicio, por la parte del mar, estándolo por la de tierra por un muro que á la vez sirve para contener el relleno, y de base para fundar sobre él las casas ó almacenes que se construyan en los terrenos que quedan al Sur de la zona de servicio. Esta tiene un ancho de 26 metros, de los cuales, 20 están ocupados por la vía férrea ordinaria y los otros 6 ocupados por las aceras.

Se ha constituido también un muro de contención en la plaza de la Piedra y establecido la comunicación de ésta con la zona de servicio por medio de rampa que termina en una escalinata.

Se contaba que el Municipio habría de llevar á cabo las obras necesarias para regularizar la parte antigua de la población, que linda con los terrenos ganados al mar, y al efecto, redactó el Arquitecto municipal el correspondiente proyecto, del cual no se ha realizado más que la construcción del mercado para la venta del pescado y el empaque del mismo, quedando los terrenos restantes sin urbanizar, con grave perjuicio de la higiene pública y de la estética.

El muelle que une la dársena del Berbés con la Lage se terminó en el mes de Noviembre de 1899, siendo recibidas provisionalmente el mismo mes, y definitivamente en 1900. Su coste fué de 415.870,25 pesetas.

En este período construyó la Compañía del ferrocarril de Orense á Vigo el ramal que enlaza la estación con el puerto. Esta mejora ha sido de gran utilidad, puesto que merced á ella se ha suprimido el transporte en carros de gran número de toneladas de mercancías evitando que sufriesen un recargo de importancia, perjudicial para todas, pero principalmente para la sal, el carbón, las maderas y otras de poco valor relativamente á su peso. También proporciona esta vía una gran ventaja para el desembarque de maquinaria que se hace directamente del buque á los vagones del ferrocarril, lo cual ha permitido extender la zona de penetración para el puerto de Vigo hasta Santiago, hacia el Norte y hasta Monforte en otra dirección.

Si á lo dicho se agrega la facilidad obtenida en el transporte de pescado, se comprenderá que el enlace de la estación con los muelles ha sido una de las mejoras más importantes para todos los servicios del puerto.

Mientras se llevaban á cabo las obras reseñadas últimamente, se redactó y fué aprobado el proyecto de muelle y rampas en la playa del Arenal, cuyas obras empezaron en Julio de 1899, y fueron recibidas provisionalmente en Septiembre de 1902. Su coste ha sido de 798.516,35 pesetas, y merced á ellas se ha puesto en relación directa con el muelle de hierro y con la estación del ferrocarril una extensa zona en la que hay establecidas numerosas fábricas y almacenes, proporcionando además las rampas facilidades para la carga y descarga de embarcaciones menores y para la reparación y construcción de vapores de pesca, que constituyen una industria importante en la ría de Vigo.

Las obras enumeradas pueden considerarse como las más indispensables para satisfacer las necesidades de tráfico marítimo en el tiempo en que se realizaron, pecando por defecto, por ser insuficiente la línea de atraque del muelle de hierro y porque la escasa superficie del mismo no ha permitido instalar los almacenes de depósito de mercancías, al alcance de las grúas que efectúan la carga y descarga, inconveniente muy grave que unido á lo costoso de la conservación y á la no muy larga vida de este género de construcciones, hacen que no pueda considerarse como obra de carácter definitivo. Las que hayan de hacerse con este objeto deben ser de fábrica, lo cual está más indicado en el puerto de Vigo, porque en las márgenes de la ría existen excelentes canteras que pueden suministrar los materiales á precios relativamente económicos.

Las obras que hayan de hacerse para la mejora del puerto, dependen del criterio que se adopte respecto á cómo ha de procurarse la línea de atraque.

Si al mismo tiempo que el muelle haya de prestar servicio de carga y descarga, se quiere que procure abrigo, se tendrán soluciones parecidas á la propuesta en 1887 por el Ingeniero Sr. Sancha, que proyectaba un dique muelle que debía arrancar al Este del actual de la Compañía del ferrocarril y se dirigía en línea recta con rumbo á la Guía.

De este mismo género es el proyecto de dique muelle que sirvió de base á una de las dos soluciones que se sometieran á información pública en Abril de 1902; sólo que habiendo desaparecido la batería de la Lage, era más conveniente situar el arranque al Oeste del muelle de la Compañía del ferrocarril, con lo cual, y dirigiendo la primera alineación rumbo al Norte, se obtendría abrigo en 30 hectáreas más que en el proyecto del Sr. Sancha, sin que por eso aumentase el coste de la obra.

Otra solución es la de construir muelles transversales que, arrancando de la parte más abrigada de la playa del Arenal, se internen en la bahía, en el llamado pozo del puerto, y en este caso procede aprovechar los dos frentes para el atraque, por la mayor tranquilidad que allí se disfruta. Respondiendo á estos dos criterios, se sometió á información pública un anteproyecto con las dos soluciones indicadas. El resultado de la información fué favorable para la segunda, y en consecuencia se redactó el proyecto de muelle transversal, que fué aprobado por la Junta de Obras del puerto en 22 de Diciembre de 1902, remitiéndolo á la Superioridad. De su examen dedujo el Consejo de Obras públicas, y así lo aceptó la Dirección general, que antes de proceder á construirlo, en toda la longitud propuesta, convendría estu-



tudiar si era más económico darle una dirección próximamente paralela á la costa, á partir de la sonda de 9 metros, á bajamar viva equinoccial. Como consecuencia de esto, se dispuso por Real orden de 29 de Diciembre de 1903 que se modificase el proyecto de muelle transversal, autorizando su construcción hasta el calado de 9 metros, á bajamar viva, y que se procediese entre tanto al estudio anteriormente indicado. Para cumplir lo dispuesto, se reformó el proyecto de muelle transversal, que fué aprobado en 22 de Abril de 1904, habiéndose adjudicado la subasta el 28 de Septiembre del mismo año.

El presupuesto reformado ascendía á 1.091.613,37 pesetas, y en el remate quedó reducido á 849.275.

Mientras se realizaban las obras subastadas se ha hecho el estudio comparativo entre el muelle paralelo á la costa y el transversal, conforme se había proyectado primeramente, resultando más ventajosa esta solución, que fué aprobada por Real orden de 9 de Enero de 1907, prescribiéndose en la misma que se procediese á la rescisión de la anterior contrata y subasta de las obras que comprende el proyecto definitivo; su presupuesto es de 3.407.048,04 pesetas.

De este modo habrá terminado la larga tramitación de mejora tan importante y necesaria como la construcción del muelle transversal, que una vez puesto en servicio permitirá al puerto de Vigo disponer de más de 500 metros de línea de atraque, con calados superiores á 9 metros, á bajamar viva equinoccial, y una amplia zona dotada de vías, grúas y almacenes que harán posible, no sólo la rápida carga y descarga de mercancías, sino el tener éstas á cubierto de la intemperie, cuando no pasen directamente del buque al vagón y viceversa (1).

El considerable aumento, tanto de carga como de descarga de mercancías, ha hecho necesario la construcción de dos nuevos almacenes, uno destinado principalmente á la madera serrada que no convenía ponerla en el general, y otro para las mercancías descargadas en el muelle de hierro y situado al Este del mismo y lo más próximo posible para suplir la falta de superficie que tantas veces se ha lamentado.

Siendo insuficiente y defectuosas por falta de abrigo y de calado las escaleras del muelle de la Lage, por donde se efectúa el mayor movimiento de viajeros, se redactó el proyecto de prolongación del citado muelle, incluyendo también el de un edificio para despacho y desinfección de equipajes, servicios ambos que se vienen realizando de un modo bastante imperfecto, que se hace cada vez más patente, por la gran importancia que adquiere tanto el embarque como el desembarque de pasajeros.

El presupuesto de prolongación del muelle asciende á 93.143,33 pesetas y el del edificio de viajeros á 163.743,97. Habiéndose empezado las obras en Diciembre de 1907 y siendo de un año el plazo para la ejecución de las mismas, deberán estar terminadas en fin de 1908. Como complemento del anterior proyecto se hace necesario modificar la zona de servicio enfrente del muelle de la Lage, para que el acceso del edificio sea fácil y puedan estacionar los coches sin interrumpir el tránsito por las dos carreteras que existen.

(1) Durante la redacción de esta memoria se verificó la subasta de las obras, habiendo sido adjudicada definitivamente el 15 de Mayo, en la cantidad de 3.173.497 pesetas.

## II

## Puerto de Bouzas.

Por Real orden de 17 de Septiembre de 1903 se dispuso que la Junta de Obras del puerto de Vigo se hiciese cargo del de Bouzas, prescribiéndose al propio tiempo que se remitiese el pliego de condiciones particulares económicas para llevar á cabo la subasta del proyecto que se redactó por el servicio de la provincia y fué aprobado por Real orden de 6 de Diciembre de 1901.

Cumpliendo lo dispuesto en las citadas disposiciones fué adjudicada la contrata de las obras en 28 de Septiembre de 1904, en la cantidad de 281.500 pesetas, siendo el presupuesto de 299.528,34 pesetas.

Al proceder á la construcción se vió desde luego que habían de ser insuficientes, dado el gran aumento que había tenido la flota de vapores de pesca, desde que se hizo el primer proyecto; fué, por lo tanto, preciso redactar un reformado que comprendía dos soluciones, habiendo sido aprobada la más económica, por Real orden de 4 de Abril de 1907.

Al propio tiempo se disponía la rescisión y liquidación de las obras contratadas, por exceder de un quinto el aumento del presupuesto reformado respecto del primitivo. Cumpliendo esta parte de la citada Real orden se verificó la recepción de las obras construídas en 31 de Octubre de 1907, haciéndose también la liquidación que está pendiente del examen de la superioridad (1).

Además se redactó el proyecto para la terminación de las obras con arreglo á la solución aprobada incluyendo la limpia del fondeadero, cuyas numerosas piedras constituyen otros tantos peligros para los buques que hayan de hacer uso del muelle ó estar á su abrigo.

El presupuesto para la terminación de las obras asciende á 327.647,73 pesetas. Cuando esté aprobado, habrá de servir de base para una nueva subasta, y una vez construídas contará la numerosa flota de vapores de Bouzas con un fondeadero bien abrigado de los temporales del tercero y cuarto cuadrantes, que son los que levantan mayor marejada dentro de la ría, y aun en toda la costa.

FERNANDO GARCÍA ARENAL.

(Continuará.)

## PUERTO DEL MUSEL

Autorizados por la Dirección general de Obras públicas, en virtud de la orden de 18 de Noviembre de 1901, á redactar y presentar el proyecto de distribución de la zona de servicio de los muelles del puerto del Musel, vimos, apenas nos planteamos el problema, la necesidad de dar á este estudio una amplitud con que ciertamente no contábamos al solicitar, en 13 del mismo mes y año, la expresada autorización.

Resolver con acierto dicho problema lo consideramos, aun prescindiendo de nuestra escasa competencia, sumamente difícil, por la imposibilidad de poder prever exac-

(1) Durante la impresión de la Memoria ha sido aprobada la liquidación de las obras contratadas en Bouzas.



tamente el desarrollo probable del tráfico, si bien es de presumir que por la situación del puerto, sus excepcionales condiciones y la facilidad y economía que ha de ofrecer para el abastecimiento de combustibles, ha de ser muy visitado por los barcos, y especialmente por los de vapor, que lo escogerán con preferencia á otros, como muy apropiado para sus escalas.

No á otra circunstancia sino á la de su proximidad á las cuencas hulleras deben los puertos de Penarth y Barry su estado floreciente.

En tal supuesto, para nosotros indiscutible, no creemos aventurado afirmar que la disposición y desarrollo de las líneas de atraque de los muelles proyectados, especialmente el conocido con el nombre de muelle de ribera, estaba muy lejos de satisfacer las necesidades del comercio marítimo en la medida que el desarrollo del tráfico previsto requiere, y, en consecuencia, entendimos que limitar nuestro estudio á la distribución de la zona de servicio de los muelles que figuraban en el proyecto aprobado era cosa fácil, pero que en modo alguno satisfaría las exigencias de un porvenir cercano inmediato.

Procedería, en consecuencia, antes de redactar el proyecto de distribución de la zona de servicio de los muelles, hacer el estudio del trazado de éstos, de la distribución interior del puerto, en una palabra, con arreglo á un plan que, inspirado no en las reducidas necesidades del presente, sino en el racional optimismo de un porvenir próspero y floreciente, satisficiera al propio tiempo á las necesidades de la navegación y del comercio marítimos acomodándolo y proveyéndolo de cuanto ha menester un puerto moderno, para permitir en las mejores condiciones de seguridad, rapidez y economía, el acceso, la distribución, la custodia y expedición de todo lo que constituye el tráfico de importación y exportación.

Pero dicho estudio no podría acometerse sin conocer previamente la extensión y forma de la superficie que iba á ser objeto de distribución, lo cual nos condujo en virtud de la relación y enlace mutuo que entre sí guardan las diversas cuestiones apuntadas á plantearnos el problema primordial del trazado de los diques exteriores ó de abrigo; problema no resuelto todavía, puesto que el proyecto aprobado en 1892, con sujeción al cual se dió principio á la ejecución de las obras, no comprendía como obras exteriores más que las del dique N., y aunque en un plano suscrito en 12 de Mayo de 1891 por el Ingeniero Jefe D. Francisco Lafarga, autor de aquel proyecto, aparece con el emplazamiento y trazado del dique N. y muelle de ribera aprobados por Real orden de 6 de Julio de 1891, la solución propuesta para la situación y trazado del dique S. como obras correspondientes al segundo período de las que deben ejecutarse en el puerto del Musel, es lo cierto que por aquel entonces nada se había resuelto definitivamente acerca de las obras del citado dique S. y las demás complementarias que han de constituir el puerto del Musel.

En su consecuencia nos ocupamos:

- 1.º Del estudio de los diques exteriores de abrigo.
- 2.º De la distribución interior del puerto; y
- 3.º De la distribución de la zona de servicio de los muelles.

Plan tan amplio, justificó que no osáramos resolverlo de primer intento y que limitásemos nuestro trabajo á un anteproyecto que pudiera servir de base á la redacción de un proyecto definitivo, y en todo caso sirviese de ocasión para

dar á conocer el criterio de la superioridad con arreglo al cual debía ser modificado, para dejar de una vez establecido el programa del desenvolvimiento de las obras en el porvenir.

## I.—DE LOS DIQUES EXTERIORES DE ABRIGO

En la voluminosa Memoria que forma parte del proyecto del puerto del Musel en la concha de Gijón, redactado en 24 de Septiembre de 1892 por el Ingeniero D. Salustio Regueral, se exponen con gran claridad, método y lógica, las circunstancias que debían concurrir para decidir cuestión tan importante como era la de determinar el emplazamiento más conveniente de un puerto de refugio en la considerable extensión de costa que baña el mar Cantábrico, desde el Cabo de Ortegal en la provincia de la Coruña, hasta la desembocadura del Vidasoa.

Designada con gran acierto la costa de Asturias en el Reglamento para la ejecución de la ley de Puertos de 30 de Enero de 1852 como el campo especial donde podría encontrarse atinada solución al emplazamiento de un puerto de refugio, en el que hallaran cómodo abrigo todos los buques que haciendo la navegación de la desamparada costa cantábrica se vieran acosados por los temporales del tercero y cuarto cuadrante ó por las gruesas mares del NO., el distinguido Ingeniero Sr. Regueral, autor de aquel notabilísimo estudio, apreciando con criterio práctico altamente recomendable los efectos que la observación de los fenómenos naturales acredita tener lugar en cada localidad y cuyas acciones es preciso tener en cuenta muy principalmente, imponiéndose un programa de las condiciones que deben concurrir en un puerto de refugio para responder á las necesidades que está llamado á satisfacer, y comparando después cuál era de las localidades estudiadas la que, si no reunía todas las exigidas, satisfacía el mayor número de ellas y á las más importantes, llegaba á la conclusión y proponía como el punto más adecuado para su construcción la ensenada del Musel en la concha de Gijón.

Aparte de las ventajas que el emplazamiento indicado presentaba sobre los demás que fueron objeto de estudio y comparación por sus condiciones con relación á las marejadas, á los vientos, á las corrientes, á las mareas, á la entrada y salida de buques y á su estancia en el puerto, la circunstancia que, á juicio del Sr. Regueral, daba al Musel una superioridad notable sobre los otros puertos, era su proximidad á Gijón, villa que había sido elegida como término de la vía férrea concedida por el Gobierno desde la línea de Galicia á la costa de Asturias, resultando, por lo tanto, establecido el puerto á la cabeza de aquélla, de cuya acertada y feliz combinación alcanzarían una y otro suma importancia y contribuirían á llevar á un grado prodigioso la prosperidad de esta provincia, que por doquiera ostenta abundantes manantiales de riqueza.

De tan atinadas observaciones, haciéndose eco la ley de Puertos de 7 de Mayo de 1880, en la clasificación que de los mismos establece en el capítulo III, incluye entre los denominados de refugio, y, por lo tanto, de interés general el del Musel.

Cerca de medio siglo va transcurrido desde que se redactó aquel proyecto, y aunque las obras, por efecto de las vicisitudes y modificaciones de que aquél fué objeto, se hallan, puede decirse, en sus comienzos, ya el comercio y la nave-



gación empiezan á recoger los beneficiosos frutos que de su ejecución se esperaban, confirmando la realidad la exactitud y previsión con que se había designado la ensenada del Musel como punto más apropiado para la construcción del indicado puerto.

La construcción en 1852 del ferrocarril de Gijón á las cuencas carboníferas del valle de Langreo, fué el origen del portentoso desarrollo industrial, comercial y marítimo de esta villa, y venero de incalculables riquezas para Asturias.

Pero si la construcción de este ferrocarril fué de consecuencias incalculables para el progreso de Gijón, la terminación de las obras del muro de Lequerica que, como complemento de su puerto, tuvo lugar en 1864, coadyuvó en gran manera al rápido engrandecimiento de este pueblo, pues á contar de dicha fecha, el movimiento del puerto empezó á desenvolverse aumentando la concurrencia de modo tan extraordinario, que se hizo imposible ofrecer línea de atraque á todos los vapores y demás buques que venían á efectuar á Gijón sus faenas de carga y descarga.

Este rápido incremento del tráfico, dió lugar á que la iniciativa particular solicitase la concesión de obras para ampliar las existentes y ofrecer al comercio nuevos muelles en que satisfacer las necesidades siempre crecientes del puerto, y la Administración otorgase en Enero de 1872 á D. Faustino Fernández autorización para construir en la playa de Pando un malecón de 542 metros de longitud con objeto de ganar terrenos al mar, y en Julio de 1875 á don Fausto Miranda, Director general de los ferrocarriles del Norte, para efectuar obras de ensanche y mejora del puerto y establecimiento de vías de enlace con el ferrocarril denominado entonces del Noroeste.

Transferidas estas concesiones á la actual Sociedad de Fomento, la Sociedad construyó los muelles conocidos con el nombre de Fomento, que fueron recibidos y entregados á la explotación en 1885, en cuya fecha, ó poco antes, tuvo lugar la inauguración del ferrocarril del Norte, cuyo importante acontecimiento habría nuevos y más dilatados horizontes á la prodigiosa actividad y espíritu emprendedor de esta privilegiada región.

Con la terminación de las obras comprendidas en las concesiones de la Sociedad de Fomento y la del muellón de la Aduana, también de concesión particular, el puerto de Gijón ofrece para efectuar las faenas comerciales los elementos siguientes:

Son propiedad del Estado: el dique de Santa Catalina que abriga el puerto y los muros de recinto de la llamada Dársena vieja denominada así porque sólo ella constituía el primitivo puerto; son los únicos muelles que se hallan á cargo de la Junta de Obras.

La superficie de la dársena vieja es de 2,8 hectáreas, que quedan en su casi total extensión en seco en bajamares de mareas vivas. El calado medio en pleamares ordinarias es de 13 pies ingleses.

Los muelles que la circundan son los siguientes: *Aduana*, que por su pequeña longitud no es utilizable para las faenas comerciales; *Bombé*, de 186 metros de longitud y 18 de ancho; *Enlace con los ferrocarriles*, de 198 metros de longitud, y ancho variable del que actualmente se utilizan 20 metros, y, por último, el *del carbón*, que tiene 235 metros de largo y un ancho de sólo 10 metros, de los que están ocupados los cuatro de la parte Oeste por su espaldón ó parapeto sobre el cual se halla colocada la vía del ferrocarril de Laviana á Gijón, que se utiliza para el transporte de carbo-

nes, los cuales se cargan por intermedio de tres dropps. Este muelle es el antiguo dique S. del primitivo puerto.

La superficie del antepuerto es de 4,45 hectáreas, estando en ella comprendida la parte no destinada á fondeo y que forma el canal de entrada á la dársena vieja. El calado medio en pleamares ordinarias es de 18 pies ingleses. El dique muelle de Santa Catalina tiene en sus diversas alineaciones una longitud útil para el atraque de 267 metros y ancho muy variable que se utiliza por completo en las faenas comerciales.

En el dique de Santa Catalina ha instalado la fábrica nacional de cañones de Trubia una grúa fija, de mano, capaz de levantar pesos de 80 toneladas, la cual no se utiliza más que para los servicios de la artillería y cuando se han de manejar pesos que ninguna otra de las del puerto es susceptible de elevar.

Existían dos grúas de vapor de 6 toneladas de potencia que se trasladan sobre carriles colocados á lo largo de los muelles, desde el arranque del enlace con los ferrocarriles hasta el emplazamiento de la grúa fija antes citada, y recientemente se han adquirido otras dos, una de 15 y otra de 8 toneladas respectivamente.

Son de propiedad particular: en el antepuerto, un muelle construido sobre arcos de fábrica, cuya concesión fué otorgada á D. Antonio Cifuentes y hoy es propiedad de la Sociedad Florencio Valdés y C.<sup>ta</sup> Tiene 60 metros de largo y 10 de ancho, es atracable por sus dos costados, aunque, como es natural, dado este ancho, es imposible simultanear el movimiento de mercancías por ambos. Cuenta con una grúa móvil de vapor de 3 toneladas de fuerza.

La Sociedad «El Fomento de Gijón» es propietaria de dos muelles: Oeste y Central, y de las dos concesiones hechas á D. Faustino Miranda y D. Faustino Fernández.

El muelle del Oeste que es uno de los diques de abrigo del puerto, atracable, por tanto, por un solo costado en longitud útil de 350 metros, tiene un ancho de 18 metros, utilizable todo él para el movimiento comercial. Cuenta con las siguientes grúas, todas móviles y de vapor: una de 20 toneladas de potencia, inutilizada á consecuencia de la rotura de la pluma, dos de 6 y otra de 2. La primera es de las llamadas de pórtico y estaba destinada á la carga de carbones, por vagones completos del ferrocarril de Langreo, que suspendía colocándolos sobre las escotillas de los buques. Recientemente se ha montado otra grúa de igual tipo, de 30 toneladas de potencia, para operar con vagones del ferrocarril del Norte.

El muelle central, es atracable por sus dos costados. Tiene un ancho de 40 metros y una longitud media de 200 y cuenta con dos grúas móviles de vapor de 10 toneladas de fuerza una, y de 3 toneladas la otra.

La dársena núm 1, comprendida entre los muelles Oeste y Central, tiene una superficie de 3,89 hectáreas, y la número 2, formada por este último y el del carbón, de 2 hectáreas.

Á pesar de las detestables condiciones del puerto de Gijón que se deducen de la breve reseña que del mismo hacemos; á pesar de las deficiencias y escasez de los medios empleados para efectuar la carga y descarga de mercancías y especialmente de carbón, que constituye el elemento principal del movimiento del puerto, y á pesar de las demoras que esta situación lleva consigo, como consecuencia, en el despacho de los buques á los cuales se les obliga á permanecer días y días en turno para realizar sus operaciones en una época que se ca-



racteriza por la rapidez siempre en aumento de los transportes y la capacidad siempre creciente de los buques, impuestas por la producción intensiva de las industrias como medio de obtener la rebaja de los precios y competir con ventaja en los mercados, á pesar de todos estos inconvenientes que parecían debían de ahuyentar de este puerto el tráfico, éste ha continuado su progresiva marcha, figurando hoy, y desde hace tiempo, como uno de los más frecuentados de España y ocupando el primer lugar entre todos ellos por su movimiento de cabotaje, según se deduce de las cifras que se consignan en las estadísticas que anualmente publica la Dirección general de Aduanas.

Resulta de lo expuesto, que en la imposibilidad de poder satisfacer el puerto actual de Gijón á las necesidades imperiosas del comercio y la navegación y no habiendo medio hábil de suplir las deficiencias que dicho puerto ofrece por la reducida línea de atraque de sus muelles y el escaso calado de los mismos, sería verdaderamente insensato no atribuir al puerto en construcción del Musel otra importancia que la que se deriva del carácter de refugio con que aparece incluído en el plan general de puertos de España.

Porque si bien es exacto que en la lejana época en que se llevaron á cabo los primeros estudios para la redacción del proyecto del puerto del Musel, constituía un deber ineludible de la Administración procurar un abrigo á las embarcaciones que surcaban la desamparada costa cantábrica, porque sobre las ventajas que la riqueza general, cuyo rápido incremento no podía preverse, obtendría con la seguridad que á las transacciones comerciales había de dar semejante construcción, la humanidad reclamaba su inmediata ejecución en nombre de las víctimas que acaso podrían arrancarse á una suerte desastrosa, sintetizando en este humanitario punto de vista las exigencias, aspiraciones y deseos de todos los habitantes de una gran parte de nuestras provincias que fían y entregan á los azares del mar sus intereses, su fortuna, su porvenir, y lo que es más precioso, la vida de sus hermanos, no es menos exacto que en la actualidad, el desarrollo predominante adquirido por la navegación á vapor sobre la de vela, los perfeccionamientos introducidos en la construcción naval, y las obras nuevas unas y de mejora otras realizadas en diferentes puntos de la costa, hacen que los riesgos de la navegación sean menores que antiguamente, hasta el punto de que, creciendo ésta extraordinariamente merced á las exigencias de la industria y del comercio que se desarrolla en las numerosas poblaciones que bordean la costa, no se registran con tan lamentable frecuencia los naufragios que le dieron tan triste renombre; de aquí que, teniendo en cuenta lo que respecto del desarrollo del tráfico en la localidad y medios con que se cuenta para su desenvolvimiento, dejamos consignado, la opinión, sin perder de vista el carácter humanitario que en un principio se atribuyó á la construcción del puerto del Musel, encauce sus aspiraciones en sentido de dar á aquellas obras una disposición que responda á la par que á aquellos fines, á los no menos importantes de su habilitación comercial, como único medio de que el importante movimiento industrial iniciado en esta región no se vea detenido en su progresivo desarrollo por la falta de un buen puerto por donde puedan exportarse é importarse los productos rápida y económicamente.

Y como en nuestro concepto estas aspiraciones encuentran razonada justificación en las consideraciones expuestas y una demostración evidente en la serie de ferrocarriles construidos por iniciativa de Empresas particulares, afluen-

tes todos ellos al puerto del Musel, y, por otra parte, redundará en beneficio de los intereses generales cuanto tienda á favorecer el desarrollo del tráfico y facilitar las transacciones comerciales, es bajo el doble carácter de refugio y comercial, que creímos debía hacerse el estudio de los diques exteriores de abrigo del puerto, su distribución interior y la de la zona de servicio de los muelles.

Dejamos dicho que el proyecto redactado por el Sr. Regueral en el año 1862 había sido aprobado por Real orden de 10 de Marzo de 1865; no obstante, dicho proyecto no sirvió de base á la ejecución de las obras, pues fué objeto de una serie de modificaciones, afectando tanto al emplazamiento de los diques, como á la composición ó estructura de las obras y á la disposición de las complementarias ó interiores.

Sería prolijo enumerar todas aquellas vicisitudes, é in necesario, por otra parte, el conocimiento de estos antecedentes para el fin que perseguimos, por lo cual, omitiendo en gracia á la brevedad la descripción de todas las soluciones presentadas como resultado de los estudios practicados por los distinguidos Ingenieros que sucesivamente tuvieron á su cargo asunto de tan transcendental importancia, consignaremos solamente que el primer punto fué definitiva, aunque parcialmente resuelto por Real orden de 6 de Julio de 1891, y decimos parcialmente, porque en dicha fecha fué aprobado solamente el emplazamiento y trazado del dique N. y muelle de ribera, propuestos por el Ingeniero Jefe D. F. Lafarga, encargado especialmente de la reforma y estudio del proyecto de puerto del Musel, cuya descripción se ha hecho al principio de esta Memoria.

Claro es que al intentar nosotros verificar un estudio de los diques de abrigo del puerto, no entraba en nuestros propósitos alterar en lo más mínimo, ni siquiera discutir, la situación y trazado del dique N., que aceptada tras un maduro estudio y detenido examen de todas las circunstancias, fueron objeto las obras correspondientes de una subasta y se hallaban en vías de ejecución; nosotros aceptamos como bueno todo cuanto respecto de aquel dique se hallaba resuelto ya, y partiendo de esta base, nuestros modestos propósitos se redujeron á indicar las obras que como complemento de aquéllas considerábamos necesario llevar á cabo en su día, para que el puerto ó espacio abrigado reúna las condiciones que por su destino está llamado á satisfacer, prescindiendo en consecuencia de aquellas otras que, enfocando la cuestión bajo otro orden de puntos de vista, se habrían sin duda tenido en cuenta en la discusión que precedió á la determinación del emplazamiento más conveniente del puerto. La observación diaria de los fenómenos locales tal y como éstos se presentan y actúan en el emplazamiento del Musel y la manera como aquéllos se modifican por efecto de las obras que se ejecutan en el dique N., nos ha permitido abrigar convicciones arraigadas sobre aquel punto; y confirmado nuestro criterio con el parecer de marinos y prácticos de la localidad á quienes consultamos, podrá nuestro trabajo no haber correspondido á la importancia del asunto, pero llevó consigo el resultado de un convencimiento decidido y fundado.

No es dudoso que la construcción de la línea exterior de defensa que constituye el dique N. que hemos descrito, constituirá por sí sola un verdadero refugio, supuesto que con ella encontrarán los buques en esta localidad el suficiente abrigo para conceptuarse libres de los funestos efectos de un temporal; pero un puerto de refugio y comercial debe ofre-



cer mayor quietud y garantías de comodidad y sosiego para los buques que lo frecuentan, que no bastan á proporcionar aquellas obras.

De las construídas en el dique N. empieza ya la navegación á tocar sus beneficiosos resultados, pues con los temporales del cuarto cuadrante y travesías que con tanta frecuencia reinan durante el invierno, vense en esta peligrosa estación multitud de embarcaciones de todas clases fondeadas á su abrigo.

No obstante, después que la acción de la marejada se ha estrellado contra el citado dique y comunicándose por reflexión rebasa su cabeza, se transmite por comunicación lateral al espacio abrigado por él, dando lugar á una perturbación tanto más interna cuanto mayor sea la energía con que aquélla se haya presentado.

Por otra parte, abierto el puerto á los vientos del E. y NE., nada impide la libre propagación de los mares que vienen de los expresados rumbos; la mayor parte de la línea del muelle de ribera quedará expuesta á su acción directa y transmitiéndose por desviación gradual á lo largo del muro dique, y favorecida por la forma cóncava de éste, sus efectos se hacen sentir con mayor violencia en el arranque del mismo, donde constantemente socavaba y descalsaba la vía de servicio que para transporte de materiales y efectos de las obras teníamos instaladas en aquel punto.

Cierto es que dichas mares, que son las reinantes en la localidad, no arbolan la gruesa mar que hace tan temible la travesía por esta costa, pero constituyen, no obstante, un peligro para las embarcaciones fondeadas en esta concha hasta el punto que el derrotero dice que «es preciso abandonarla desde el momento en que se inician los vientos del primer cuadrante», indicando los medios de salvarse la tripulación en el caso de que por sorpresa del temporal hubiera necesidad de abandonar el buque.

Recién encargados de la dirección de estas obras, tuvimos ocasión de comprobar la exactitud de estas previsoras medidas; pues hemos presenciado el naufragio de dos embarcaciones por pretender ganar el puerto en las indicadas condiciones de tiempo.

El primero tuvo lugar en Noviembre de 1900, ocasionando la pérdida del vapor *Angeles*.

El segundo fué el del magnífico vapor *Arantzazu*, de más de 2.000 toneladas de porte, ocurrido el 31 de Enero de

1902, reinando fuerte viento y marejada del NE. que lo arrojaron contra la costa, embarrancándole tierra adentro, en la parte que ocupará la zona de servicio del muelle de ribera en punto situado un poco al N. de Piedra Lladra y al abrigo, por lo tanto, del dique N.

Como decíamos en la Memoria de nuestro anteproyecto. «La construcción del muelle de ribera, cuyo origen por la parte N. está á 60 metros del arranque en la costa del dique, robando una considerable extensión al mar para el establecimiento de la zona de servicio, ha contribuído á que se perturben algo las condiciones del fondeadero antiguo, alterando la relativa tranquilidad que en el mismo se disfrutaba porque la marejada que por una ú otra causa penetra en el interior del puerto, moría y se quebrantaba en la tendida playa que los escombros de la explotación de canteras habían formado al pie de la acantilada ladera del cabo de Torres y al abrigo del dique, mientras que hoy se refleja cuando choca contra el obstáculo que á su extinción le ofrece la presencia del muro muelle y hace sentir su acción donde antes nada se notaba; para evitarlo, deberán completarse las obras proyectadas con otras que impidan la producción de los perjudiciales efectos de que se trata; razón que motivará la construcción de otro dique que llamaremos Sur y que con el del N. en construcción constituirán los diques exteriores de abrigo del puerto.»

En el plano presentado por el Ingeniero Jefe D. J. Lafarga, en 12 de Mayo de 1891, en el que, como dejamos dicho, se proponía el emplazamiento y trazado del dique N. y muelle de ribera aprobados, aparecía también indicado como obras del segundo período correspondientes á las del puerto del Musel, el trazado del dique Sur de que nos ocupamos, el cual se compondría, según dicho trazado, de dos alineaciones rectas normales entre sí, arrancando la primera de la costa en la confrontación de la punta del Orio y avanzando en dirección próximamente SO. al NE. normal, á la alineación recta del dique N. con una longitud de 840 metros: la segunda alineación resultaba, por lo tanto, paralela á esta última, y su longitud, incluso el morro, sería de 616 metros próximamente, quedando una abertura entre las cabezas de ambos diques de 216 metros orientada de O.  $\frac{1}{4}$  SO. al E.  $\frac{1}{4}$  NE.—(Continuad)

ALEJANDRO OLANO,

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

## Revista de las principales publicaciones técnicas.

### Adoquines de palastro.

Los establecimientos Arbel, que en estos últimos años han preconizado el empleo del acero batido para diversos usos, principalmente para la construcción de los bastidores de los automóviles y de los vagones de gran capacidad, han tenido la idea de emplearlo en la constitución de adoquinados especiales, destinados á suministrar una resistencia y una flexibilidad que no dan los materiales ordinarios. Los ensayos que han hecho en uno de sus forjas de Donai, han dado, al parecer, buen resultado, y han incitado á otras fábricas, principalmente á las de gas de Aubervilliers y de Gennevilliers, á emplear este sistema de adoquinado para los parterres de delante de las calderas.

El adoquinado de palastro batido afecta generalmente las formas

indicadas en la figura 1.<sup>a</sup>. La cara superior está guarnecida de almohadillados con punta de diamante, que tienen la doble ventaja de dar duración al palastro y hacer el adoquinado no deslizante. Los adoquines están en contacto y se empotran en el suelo por los bordes vueltos, y se les da una forma cuadrada ó rectangular para facilitar la colocación.

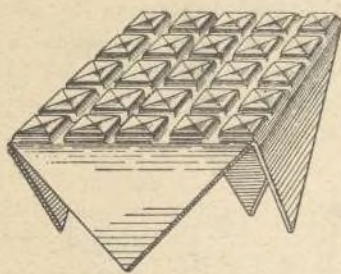
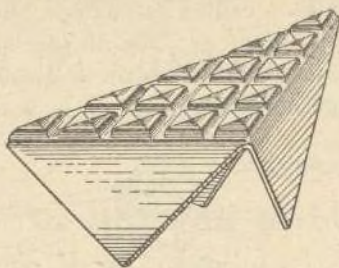
Después del paso del palastro por la prensa y cuando el adoquín está todavía rojo, se le templea en un baño de alquitrán ó de aceite, á fin de protegerle contra la oxidación.

El espesor del palastro, las formas y dimensiones dadas al adoquinado con el servicio que ha de prestar.

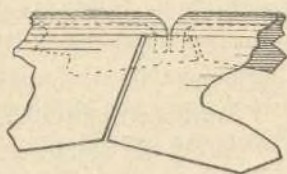
El tipo corriente, llamado núm. 1 (fig. 1.<sup>a</sup>), es un adoquín cuadrado de 133 milímetros de lado, de palastro de 4 milímetros y pesando 1,440 kilogramos. Se han hecho de mayores dimensiones, de más espesor ó más delgados, y los hay también de for-



mas hexagonales ú octogonales. También hay semi-adoquines (figura 2.<sup>a</sup>) y cuartos de adoquines de cada uno de los tipos precedentes.

Fig. 1.<sup>a</sup>Fig. 2.<sup>a</sup>

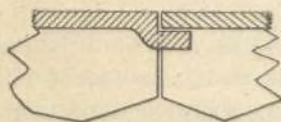
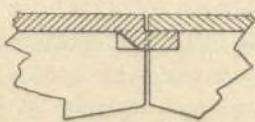
La colocación es muy sencilla. Después de haber socavado el suelo hasta la profundidad requerida, se echa una capa de 10 á 12 centímetros de altura, ya con escorias que pasan por la malla de 2 centímetros, con arena ó pequeños trozos de piedras, ya con otros cualesquiera detritus de materiales reducidos á pequeños fragmentos; en ciertos casos puede ser suficiente el suelo natural. Sobre esta capa apisonada se colocan los adoquines, casi juntos, y se les introduce á golpes de pisón hasta que las caras superiores estén á nivel.

Fig. 3.<sup>a</sup>Fig. 4.<sup>a</sup>

Todas las combinaciones usadas en la colocación de los adoquines de arenisca ó de cemento (en diagonal, con juntas alternas, etc.) pueden adoptarse con los adoquines de palastro, asociando éstos entre sí y valiéndose de los medios adoquines y de los cuartos.

Si se teme que los materiales que forman la capa de fundación son quebradizos, se puede interponer, entre el adoquín y la capa, otra de 2 á 3 centímetros de un hormigón ácido, con objeto de asegurar un mejor enlace entre los diversos elementos.

El adoquinado de que venimos hablando parece puede convenir especialmente para los andenes de las estaciones y para los pasos donde la circulación es muy intensa, para los locales industriales en los que se depositan materias, etc. Sería interesante hacer un ensayo en una vía muy frecuentada.

Fig. 5.<sup>a</sup>Fig. 6.<sup>a</sup>

El palastro de acero batido podría, por otra parte, aplicarse también á la confección de bordillos de andén y losas.

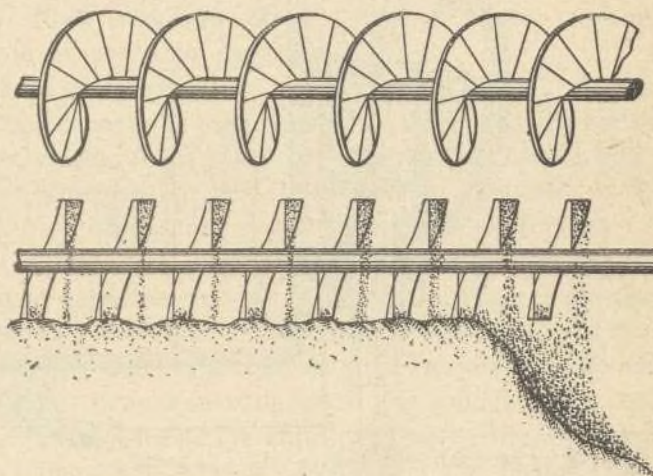
La figura 4.<sup>a</sup> representa una vista de conjunto con juntas inclinadas, cuya inclinación es de sentido contrario sobre las caras vueltas del borde. En las figuras 5.<sup>a</sup> y 6.<sup>a</sup> con junta vertical se ensamblan los bordes consecutivos con un enchufe simple (figura 5.<sup>a</sup>) ó doble (fig. 6.<sup>a</sup>)

## Draga para ríos con banda espiral, sistema N. Jomini.

M. Lidy, Ingeniero Jefe de Puentes y Calzadas, acaba de llamar la atención sobre un aparato de dragado muy original, que presenta las ventajas de ser robusto, ocupar poco espacio y de un funcionamiento muy económico, que se pudo ver en la sección rusa de la Exposición marítima internacional organizada en Burdeos en 1907.

El aparato es, en realidad, una draga automotora que toma la fuerza necesaria á la corriente de agua, y el objeto que se propone el inventor es conservar las canales, llevando á los bajos fondos los depósitos de los altos.

El órgano activo es una banda de acero de 0,12 metros de anchura próximamente, y de 0,08 metros á 0,01 de espesor, arrollada en espiral (véase la figura). Los primeros tipos tenían de un metro á 1,50 de diámetro; los más recientes tienen 2,60 metros.

Figs. 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup>

Esta banda de acero se sostiene por medio de brazos ensamblados á un árbol axial, y paletas unidas fijadas á los brazos y los haces de uno de los costados de la banda, forman una rampa continua, constituyendo el conjunto, por lo tanto, una especie de cuerno helicoidal.

El árbol lleva en cada una de sus extremidades una semi-junta cardan, que permite enlazar uno á continuación de otro, muchos elementos. Se puede así realizar una espiral muy larga.

Se han construido dos tipos. Uno de ellos es un aparato flotante aplicable á los canales de pequeña profundidad y que puede transportarse de un punto á otro remolcándolo.

El otro es un aparato más pesado que el agua y que puede trabajar á cualquier profundidad, efectuándose su transporte por medio de chalanas provistas de aparatos de elevación.

Pueden montarse varios aparatos paralelamente y girar en el mismo sentido ó sentido iverso.

Esta draga espiral puede trabajar en las condiciones las más variadas. En Tchernobyl, con una corriente de 0,50 metros comenzó el trabajo y con 0,04 metros de agua solamente, y produjo de 40 á 65 metros cúbicos por hora. En el río Prépet, en arcilla compacta mezclada con turba, abrió en dos días un canal de 1,60 metros de profundidad. En Kopatchi, en cien horas, una espiral de 69 metros estableció una canal de 97 metros de longitud, 38 metros de anchura y 1,30 metros de profundidad; antes de los ensayos no tenía más que 0,20 metros y 0,65 metros.

El aparato es, al parecer, bastante potente para excavar en terrenos bastante duros, arrastrar bloques de más de 80 kilo-

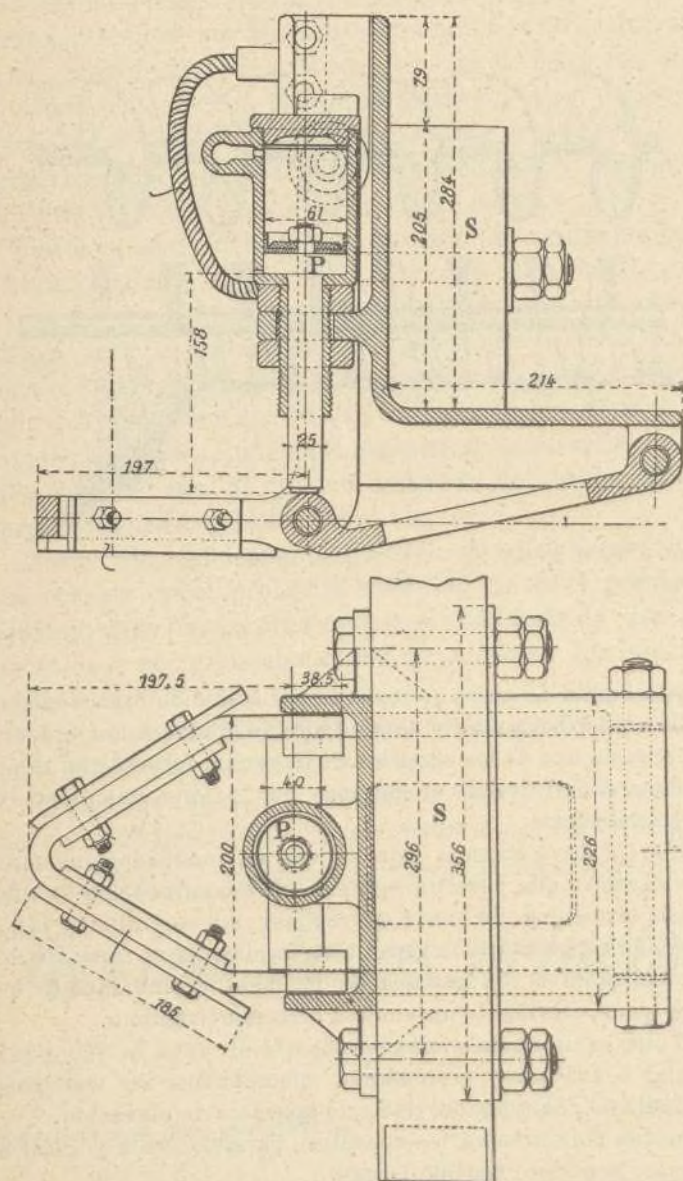


gramos y arrancar, y arrastrándolas, las raíces y los troncos de los árboles que pueda encontrar á su paso.

### Captador de corriente del camino de hierro eléctrico de Fayet á Chamonix.

El camino de hierro de Fayet á Chamonix llega hasta la frontera franco-suiza y enlaza el camino de hierro eléctrico de Martigny al Châtelard. El camino de hierro de Chamonix, que pertenece á la Compañía P.-L.-M. está alimentado por un tercer carril lateral á la vía, sobre el cual se apoyan las zapatas de toma de corriente de los automotores. Este camino de hierro funciona ahora durante el invierno, pues Chamonix es visitado en toda estación por los turistas.

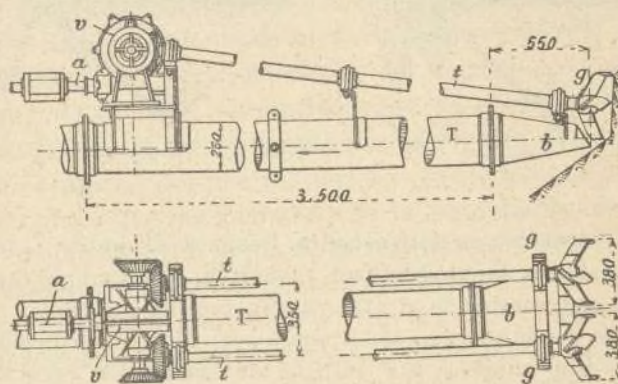
La vía se barre cuando hay necesidad por medio de quitanieves automotores, y además la toma de corriente sobre el carril de contacto se asegura por el empleo de captadores especiales.



Estos captadores consisten (figs. 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup>) en láminas de acero en forma de V, de bordes cortantes, que un émbolo de aire comprimido P (cuya presión el mecánico regula á voluntad) aplica fuertemente sobre el carril. Estas láminas van montadas sobre un soporte metálico S aislado de la masa del coche y fijado por pernos sobre el truck motor. El extremo de un cable flexible establece la conexión entre estas láminas y la canalización fija que va á los aparatos de acción.

### Disposición para desagregar el suelo por medio de dragados por succión.

Se ha hecho uso para excavar depósitos destinados á suministrar una reserva de agua para la fábrica hidro-eléctrica de Spiez, á orillas del lago de Thomce (Suiza), de dragas de succión flotantes, que llevan bombas centrífugas montadas en barcos y provistas de la disposición que se representa en las figuras adjuntas, según la *Schweiz-Bauzeit* del 24 de Octubre.



El suelo se desagrega en la proximidad del chorro extremo b del tubo T de aspiración de la bomba, por dos útiles con grifos g montados en el extremo de las varillas t, que accionan una doble transmisión de engranajes cónicos. El eje de los piñones motores es arrastrado por una transmisión de tornillo helicoidal v, solidario de un árbol a que recibe su movimiento del motor que hace al mismo tiempo girar la bomba.

Este tubo T, sumergido según una dirección inclinada á 45 grados próximamente, y cuya extremidad está convenientemente suspendido á la armadura del barco, es movido poco á poco de manera que se pueda prolongar el desmonte, poco profundo por otra parte y que se abre por la aspiración continua de los fangos y de las tierras que desagregan los útiles con grifos g.

### Un nuevo aislante: la «bakelita».

En una Memoria presentada el 5 de Febrero, en la sección de New York del *American Chemical Society*, M. Backland describe un nuevo aislante que ha extraído del alquitrán, al cual ha dado el nombre de bakelita.

Este cuerpo puede obtenerse á voluntad en estado opaco ó transparente. Es sólido, duro, más resistente, desde el punto de vista mecánico, que el caucho y el caluloide, y cuesta mucho menos que éstos. Además, es inatacable por los ácidos, infusible y no se reblandece á la temperatura de 350 grados centígrados. Á la temperatura de fusión del vidrio se carboniza sin fundirse y puede mezclarse á cuerpos inertes aislantes, tales como el amianto, la arcilla, pasta de madera, etc.

Este aislante debe fabricarse en obra; se enlucen las piezas que se quieren aislar, como inducidos, bobinas, etc., con las materias primeras que sirven para fabricarle, y es suficiente calentar en seguida todo, bajo presión, para obtener después de terminado el tratamiento una masa sólida muy dura é infusible perfectamente aislada.

Esta materia aislante ha sido ya ensayada en la fabricación de aisladores, y ha dado excelentes resultados, desde el punto de vista de la resistencia mecánica y eléctrica. Podría además emplearse para endurecer las maderas, para revestir las cubas de madera destinadas á contener soluciones ácidas y calientes, y para guarnecer las prensas-estopas de las máquinas de vapor recalentado y de las bombas con líquidos ácidos.

### POZOS ARTESIANOS

POR

D. JOSE MESA Y RAMOS

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Precio: 7 pesetas.