

veces mayor que el previsto. Aun puede decirse que era mayor, pues hallándose la parte útil á un lado de la línea de aplicación del esfuerzo tensor, estaba sometida á un momento flector.

El tirante tenía 0,11 metros de diámetro, y en el momento del accidente estaba sometido á una tensión de 80 toneladas, incluyendo el peso del andamio provisionalmente instalado para pintar y limpiar la armadura, operación que se estaba entonces realizando. Aunque este andamiaje constituía desde luego una sobrecarga adicional, era una sobrecarga prevista y siempre menor que las producidas por la acción del viento y de las nieves, tenidas en cuenta en el cálculo de la armadura.

¿Por qué cayó la armadura cuando cayó, en lugar de hacerlo en cualquier otro momento durante los cuarenta años de su existencia? Es un misterio; pero si hubiese elegido un momento menos oportuno, el número de víctimas se contaría por centenares, en vez de la media docena que hubo. No hay más que una explicación: el metal, sometido durante mucho tiempo á esfuerzos excesivos, llegó un momento en que no pudo resistir más.

Cuando se hizo esta armadura no se empleaba aún el acero en esta clase de construcciones, y el uso del hierro exigía un número considerable de soldaduras para formar grandes piezas con las relativamente pequeñas que podían fabricarse directamente. Los tirantes de esta armadura estaban formados por trozos de unos seis metros de longitud, ensanchados ligeramente á sus extremos y atornillados en cajas de acoplamiento; el que se rompió lo hizo precisamente por un punto próximo al tornillo.

No es fácil, ciertamente, ejecutar con varias barras una pieza de 0,11 metros de diámetro; y mientras la apariencia exterior de la junta es satisfactoria, hay que admitirla como buena, pues no hay medio práctico de cerciorarse de si las soldaduras son perfectas en el interior más que rompiendo la pieza. Todo lo más, pues, que puede hacerse es revisar cuidadosamente la parte externa, y esto no da naturalmente indicio alguno respecto al estado interior.

Podríase tal vez determinar en un Laboratorio la existencia de grietas interiores, observando las caídas de potencial eléctrico á lo largo de la barra, ó el aumento de reluctancia magnética en la parte defectuosa; pero todos estos procedimientos son muy delicados para ser aplicados en la práctica, y hasta que algo más adaptable al trabajo corriente que el empleo de un potenciómetro ó permeámetro haya sido descubierto, el método de inspección visual es el único posible. Que este método es suficiente en la generalidad de los casos está probado por el escasísimo número de accidentes producidos por malas soldaduras. Cada eslabón de una cadena contiene por lo menos una soldadura; y como hizo observar muy bien Sir Benjamín Backer en el informe que emitió ante el Jurado, cada navío de cada una de las escuadras del mundo tiene su seguridad fiada á la eficacia de las soldaduras de cada eslabón de cada una de sus cadenas, y eso que las soldaduras de los eslabones son mucho más difíciles de ejecutar que las necesarias para formar un tirante recto.

Con la osadía que proviene de una ignorancia absoluta, declaró solemnemente un periódico diario-inglés que los tirantes de cubiertas, tales como la de Charing-Cross, debían hacerse de una sola pieza. En primer lugar, estos tirantes tendrían 51 metros de longitud y pesarían unas 40 toneladas; pero, aun cuando fuese posible su construcción, sería imposible su transporte y su colocación en obra.

Otro periódico publicó un artículo de fondo tratando de atemorizar al público, diciendo que éste exponía sus vidas al entrar en edificios cubiertos con armaduras de hierro. Una cubierta metálica es, por lo menos, tan segura como cualquiera otra construcción; pero, ya es sabido, siempre que ocurre un suceso relacionado con la ingeniería, que interesa á la masa general del público, se presenta la ocasión para que la prensa no técnica haga un alarde de la más profunda ignorancia en materias científicas. Un mal empalme está siempre expuesto á fallar, más pronto ó más tarde, y el que produjo el accidente de Charing-Cross falló, y esto es todo.

Que las malas condiciones del empalme no fueran descubiertas durante su construcción, ni durante las inspecciones periódicas de la cubierta, es ciertamente lamentable y motivo de sentimiento, pero no de asombro ni de extrañeza. El empalme era muy malo, pero tenía desgraciadamente tan buena apariencia exterior, que pudo resistir perfectamente, sin engendrar la más ligera sospecha, la inspección cuidadosa de los empleados de la Compañía. Efectivamente, en el contrario del extremo roto del tirante se ven infinidad de puntos brillantes que limitan una zona interior de color oscuro, que prueban que el metal había estado unido en aquellos puntos, y que, por consiguiente, no había separación externa posible de las superficies empalmadas que pudiera producir sospechas. Probablemente en 10.000 uniones mal hechas no habrá una que no lo acuse al exterior, y sin embargo, la de ésta no lo acusaba; es una excepción que ha costado seis vidas y muchísimo dinero.

Ha sido, por otra parte, una gran suerte que se haya puesto bien en claro en el proceso, que no había deficiencias en la inspección y conservación de la cubierta. Su estado era perfectamente conocido por los Ingenieros de la Compañía, y el hierro presentaba un aspecto completamente satisfactorio, respecto á los efectos de la oxidación. En rigor, no se ha encontrado hasta ahora pintura alguna que proteja perfectamente á las estructuras de hierro, situadas en las condiciones de las cubiertas de las estaciones de ferrocarril con tracción de vapor, pero hay que reconocer que la de Charing Cross, á pesar de sus cuarenta años de servicio, se encontraba en un estado de conservación excelente.

Es también muy satisfactorio, por varios motivos, que se haya encontrado una causa tan obvia del accidente.

Ha bastado para explicarlo, demostrar la existencia de una falta, conocida por los herreros desde los tiempos de Tubalcain, sin necesidad de recurrir á modificaciones alotrópicas ó distribuciones moleculares como han pretendido algunos.

Hubiera sido doloroso que este accidente hubiese engendrado desconfianza, y algunos Ingenieros, desistiendo de la construcción de elegantes y aéreas armaduras curvas, como la de la estación de San Pancraccio, hubieran entrado de nuevo en la construcción de armaduras de poca elevación y con apoyos intermedios.

No es de creer que tal ocurra; estas últimas son indudablemente más económicas, pero la baratura no es todo, y en estos edificios donde acude numeroso público debe sacrificarse algo al sentimiento artístico.—O.

GRANDES LOCOMOTORAS

PARA

FERROCARRILES ECONÓMICOS

El principio económico de obtener del capital invertido en una obra el rendimiento máximo ha conducido á aumentar de día en día los elementos de tracción en los caminos de hierro de vía estrecha, y uno de los resultados más importantes es la aplicación en dichas vías de locomotoras cuyo peso va siendo cada vez mayor, lo que lleva consigo el refuerzo de la vía propiamente dicho para darle condiciones adecuadas de resistencia, pero conservando las ventajas de la reducción del ancho en las explanaciones y obras.

No es, pues, de extrañar que se construyan en el día máquinas destinadas á circular por vías estrechas, cuyas dimensiones hace algunos años hubiesen parecido exageradas aun para ferrocarriles de ancho normal, y entre las más notables pueden citarse las adquiridas recientemente por el Gobierno del Natal, suministradas por una casa de Glasgow, con destino á

los caminos de hierro de aquella colonia, cuyo ancho de vía es de 1,067 metros y en cuyas líneas se encuentran curvas hasta de 91,50 metros de radio, y pendientes que en algunos trayectos, como los comprendidos entre Durban y Charlestown, llegan al 33 por 1.000.

Las citadas máquinas llevan cuatro ejes acoplados y un carrerón delantero; sus cilindros son exteriores y horizontales. La caldera va montada bastante alta, teniendo su eje a 2,21 metros sobre carriles, con el objeto de poder colocar la parrilla encima de las ruedas y darle la anchura necesaria. El hogar es muy largo y lleva una bóveda de ladrillo. El tender va instalado sobre dos carretones de dos ejes.

Las dimensiones principales de estas locomotoras, que están prestando con resultado excelente el servicio de trenes correos en la línea principal, cuya longitud es de 492 kilómetros, son las siguientes:

Las superficies de parrilla, de calefacción directa, tubular y total, son respectivamente: de 3,16, 11,95, 194,75 y 206,70 metros cuadrados. La presión en la caldera de 14,2 kilogramos. El diámetro del cuerpo cilíndrico y el de los cilindros son de 1,63 y 0,52 metros respectivamente. La carrera de los émbolos de 61 centímetros. Los diámetros de las ruedas acopladas y de las del carrerón son respectivamente 1,155 y 0,720 metros. La separación de los ejes paralelos es de 3,78 y la total de 6,78 metros. La capacidad de los tanques de agua de 14 500 litros y la de las carboneras de 6.700 kilogramos. El peso de la máquina en servicio es de 69.750 toneladas y el del tender completamente cargado de 39 toneladas.

Calculando el peso adherente en 55 toneladas, resulta aproximadamente una carga de 14 toneladas para cada uno de los ejes acoplados, lo cual demuestra que la vía ha de ser tan resistente como las de ancho normal.—L.

DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE COOLGARDIE

(AUSTRALIA)

Esta importantísima obra ha sido terminada en menos de cinco años, y tiene una longitud de conducción de 565 kilómetros.

Las aguas proceden del torrente Helena, cerca de Mundaring, en los montes Darling.

La canalización está dividida en nueve secciones, para las cuales se han construido ocho instalaciones para la elevación de las aguas. Para cada una de las cuatro primeras, la carga que hay que vencer es de 137 metros próximamente, que es la diferencia de nivel entre los puntos extremos de la sección, más la pérdida de carga; los aparatos elevadores de las cuatro últimas estaciones están establecidos para una carga mitad, ó sea 68,50 metros.

En el arranque de la canalización se ha creado para la acumulación de las aguas durante la estación de las lluvias un vasto depósito ó embalse de 20 millones de metros cúbicos, que es la cantidad necesaria para el abastecimiento durante dos años.

El punto más elevado de la canalización está a 319 metros por encima de la coronación de la presa del embalse.

La tubería de conducción es de 0^m,76 de diámetro, y está formada de tubos de acero Mephan-Ferguson, sin roblonar, que son más económicos que los tubos soldados, y ofrecen más seguridad que los roblonados. En este sistema, los tubos se componen de dos semicilindros reunidos a lo largo de las generatrices de contacto por dos barras que presentan acanaladuras, y cuyo peso es de 9 a 12 kilogramos por metro lineal. Los bordes de los palastros previamente doblados se introducen en las acanaladuras de las barras, cuyas aristas son después dobladas y fuertemente remachadas.

El espesor de los tubos es de 6 mm. para cargas hasta 12 atmósferas y de 8 mm. para cargas superiores.

La longitud de los trozos de los tubos es de 8,50 m., y están recubiertos interiormente de un enlucido, compuesto de partes iguales en peso de asfalto y alquitrán mineral.

Las bombas son del sistema Worthington, y la carga total de las ocho instalaciones es de 823 m.

Al gasto máximo de 23.000 metros cúbicos por día corresponde una velocidad de 60 m. por segundo en la conducción. Se espera vender inmediatamente, a razón de 1,80 francos el metro cúbico, la mitad del gasto máximo. Este precio se reducirá a 1,10 francos cuando se alcance el máximo de consumo. La canalización principal ha costado 67 millones de francos.—O.

CONSIDERACIONES ACERCA DE MARRUECOS

Y DE SUS FUTUROS FERROCARRILES

II

Situación y condiciones que reúne el Imperio.

Privilegiado como el de pocas Naciones, es el emplazamiento del país moghrebino. Dispuesto en el ángulo más avanzado de África, casi tocando a Europa, con la que estuvo anteriormente unido, se halla Marruecos ampliamente bordeado de costas; en su límite ó frontera del Norte está bañado por el Mediterráneo y los comienzos del Atlántico, cuyo mar lame además todo su límite occidental, aumentando la transcendencia de la situación de Marruecos la circunstancia de constituir con el Sur de España el estrecho de Gibraltar, siempre famoso, porque de su dominio depende el del mar latino.

Orografía.—Colocado el Imperio a una latitud en que son muy ardientes los rayos del sol, no disfrutaría del excelente conjunto de condiciones que reúne, sin el auxilio de circunstancias atmosféricas que determinan en él un régimen pluviométrico mucho más favorable que el de los demás países congéneros constitutivos de la antigua Berbería; las influencias mediterráneas por un lado, y las del Atlántico por otro, han formado de Marruecos un país con clima bonancible en el que puede contarse con lluvias asaz abundantes para la fertilización de los campos, a cuyo objetivo concurre la extremada accidentación de su suelo, que se eleva desde el nivel del mar hasta las elevadas cumbres del Ait Haïach y del Djebel Tanjourt con respetables alturas de 4.300 y 4.500 metros sobre dicha cota de comparación, en las que se hallan nieves perpetuas, que por su derretimiento son causa de producción continua del principal elemento de vida de los seres organizados.

El eje orográfico del Imperio está constituido por la notable cordillera denominada Gran Atlas ó Idrar'n Draren, la cual surge del mar en el Cabo Gher, y si bien continúa destacando contrafuertes y estribaciones en los demás países que fueron también del dominio de los bereberes, obtiene su desarrollo máximo, su formación característica en Marruecos; al punto que puede decirse que éste debe su existencia al trastorno geológico que motivó el levantamiento y fijación de aquella masa gigantesca, la cual hoy mismo define y constituye la casi totalidad del Imperio, pues aun cuando éste se prolonga hacia el Sahara, ni los límites se hallan bien determinados por esa parte, ni hay en la inmensa planicie del Desierto dominio alguno del Sultán que pueda compararse con las vertientes del Gran Atlas.

La dirección de la cordillera es de SO. a NE., y su extensión en Marruecos de unos 600 kilómetros, reduciéndose a 180 kilómetros la longitud de la divisoria que se mantiene a grande altura; la disposición del Atlas es bastante regular en su conjunto, así en planta como en alzado, por hallarse formado en cuanto a la primera por una curva de gran radio, ligeramente