

no se hace entonces más que cada dos ó tres semanas. Gracias á ellos, basta limpiar los condensadores una vez cada tres semanas. Las cortinas son cilíndricas, lo que permite levantarlas con facilidad por arriba, sin que haya que temer una deformación ó efectos de disimetría.

Tratando este mismo asunto, dice la revista francesa citada que, examinando el mismo problema Mr. Sosnowski en la reciente Memoria dirigida hace poco tiempo á la *Société française des Electriciens*, ha indicado brevemente la solución adoptada por la Commonwealth Edison C.^o de Chicago para su fábrica de Northwest-station, cuyo consumo de agua debe elevarse á plena carga á 1.135 metros cúbicos por minuto.

El agua llega por un túnel de sección casi cuadrado de 3 metros de lado. La figura representa las disposiciones adoptadas para clasificar el agua, en una serie de filtros, antes de su entrada en el túnel de llegada.

La cámara de agua *A* está establecida paralelamente al túnel *B*. Tiene una longitud de 64 metros, próximamente, y comprende siete unidades filtradoras independientes, instaladas unas á continuación de las otras, según su longitud; cada una basta para servir á una potencia de máquinas generadoras de 15.000 kilovatios.

Se ve que el agua que parte del tramo *C* gana el túnel *B* atravesando sucesivamente dos rejillas *D* de movimiento vertical, después los dos lados de una tela sin fin *E* que cierra oblicuamente la cámara de agua *A*, y, en fin, una rejilla fija *F* instalada agua arriba de la trampa de admisión de agua *G* en el túnel *B*.

Cada una de las dos rejillas *D* está subdividida en dos partes para facilitar su elevación, y lo mismo sucede con cada una de las rejillas *F*. En cuanto á la tela sin fin *E*, de hilo de cobre de 3,21 milímetros y mallas de 16 milímetros, está montada sobre un bastidor metálico y tendida sobre dos tambores *IJ* que permiten mantenerla en movimiento continuo.

Un motor eléctrico de 5 caballos produce este movimiento, por el intermedio de la transmisión *K*, con una velocidad lineal de la tela del orden de 3 metros solamente por minuto.

Esta tela se compone de una ensambladura de secciones sucesivas, cada una de las cuales tiene una cubrejunta que impide á los detritus penetrar entre las secciones, y una arista inferior en forma de canelón se opone á la caída de estos detritus á lo largo de la cara de agua arriba de la cortina sin fin. Después de haber doblado el vértice del tambor superior *J*, las materias se desprenden de la tela por el doble efecto de la gravedad y de una corriente de agua llegada por las cañerías *M*, pulverizándose después é inyectándose de izquierda á derecha de manera de lavar el filtro.

Para proceder á la limpieza completa de éste se dispone, como se ve en la figura, de aparatos de elevación y relingas, que permiten dar á su bastidor la posición horizontal, lo que le hace emerger del agua, y lleva los tambores *IJ* á *I'J'*.

Los tres principales aspectos que presentan los ferrocarriles ⁽¹⁾

El técnico. El económico. El financiero.

Si las dimensiones asignadas al presente volumen no nos lo impidieran, transcribiríamos aquí los juicios emitidos acerca del concepto, construcción y explotación de los pequeños ferrocarriles, por los técnicos y economistas de diferentes nacionalidades,

(1) Siendo cada vez de más urgente solución el problema de los ferrocarriles, copiamos este resumen de la obra *Elementos para el estudio del problema ferroviario en España*, publicada bajo la dirección de D. Francisco Cambó,

cuyas opiniones en la materia han conseguido salvar las fronteras de sus respectivos países.

Imposibilitados, por lo dicho, para realizar esto, y estimando, por otra parte, que el volumen quedaría incompleto si no insertáramos una doctrina de conjunto que abarcase los particulares antes mencionados, es decir, todo el problema de los pequeños ferrocarriles, enfocado de un modo general y objetivo, cual corresponde á la índole de la obra, hemos creído llegada la ocasión de elegir entre los múltiples informes, Memorias, estudios y trabajos de este género que conocemos, uno que reuniera en el más alto grado posible aquellas cualidades.

Sabido es que en ferrocarriles hay tres aspectos principales á que atender: el técnico, el económico y el financiero. Si alguien nos preguntara cuál de ellos consideramos más importante, responderíamos que se hallan de tal modo ligados entre sí, que descuidar cualquiera de los tres es desatenderlos á todos.

Pero una cosa es la importancia real y efectiva, y otra distinta la fundamental y básica de cada uno de los datos de un problema: Establecer claramente la finalidad que con un ferrocarril se pretende alcanzar; fijar el trazado que más conviene; construirle y explotarle técnica y económicamente—conceptos ambos que vienen á confundirse, pues la técnica sin la economía es, en ferrocarriles, cosa tan sin valor (y más exactamente diríamos, con valor tan negativo) como la economía sin la técnica—, todo ello es fundamental, es básico. Mientras que adoptar cuantas medidas financieras se requieren para convertir en realidades las concepciones técnicas y económicas, es algo necesario, es algo imprescindible, es, en suma, condición *sine qua non*, pero condición al fin, y, como tal, hay que colocarla en plano inferior al principal, que, en este caso, corresponde de derecho á la técnica y á la economía, de cuyo entronque nace el ferrocarril, robusto y potente, si aquellas lo son, y apto para vivir y desarrollarse lozanamente si se le nutre con un buen régimen financiero, á falta del cual, claro es que su marcha, su desenvolvimiento y aun su propia existencia puede hallarse seriamente comprometida.

El sistema de finanzas que deba adoptarse, no es, por lo tanto, algo sustantivo, sino muy adjetivo, es decir, función más bien del régimen y procedimientos generales financieros que en el país tengan posibilidades y ambiente adecuado para desarrollarse, con independencia casi absoluta de las esencias especiales constituyentes de las vías férreas.

Las consideraciones que preceden nos han determinado á buscar entre los trabajos de que tenemos conocimiento, uno que se limitara á estudiar el problema en sus aspectos técnico y económico, y, dentro de ellos, del modo más general y objetivo posible; pareciéndonos que reúne tales cualidades el informe cuya procedencia y finalidad se indican en el encabezamiento que sigue y la parte principal del cual hemos traducido y á continuación insertamos, cerrando así con un broche, que estimamos como preciada joya, la modesta aunque intensa labor almacenada en este volumen.

Sin llegar á comentarlo, creemos nos sería permitido ponerle acotaciones análogas, bajo ciertos aspectos, á las que hemos estampado en el tomo primero junto al famoso informe de la Comisión española de 1844. Nos limitaremos, sin embargo, á recomendar al lector el estudio de tan precioso documento, invitándole á que, de terminar su atenta lectura, se contentase á sí mismo á la siguiente pregunta: ¿Se deberán, acaso, muchas, si no todas las vacilaciones y fracasos que en varias naciones se han padecido en el asunto, al desconocimiento de informes como este de la Comisión italiana, de 1879, viejo ya por el tiempo transcurrido desde que fué escrito, pero nuevo, novísimo, en ciertos puntos esenciales, para aquellos países que se han lanzado á fun-

dar sus redes complementarias como se lanzaron á establecer las principales; es decir, sin pararse antes á reflexionar sobre cuanto los hombres más competentes y sabios del extranjero y de su propia nacionalidad habían aconsejado y vaticinado?

INFORME

que la Comisión, nombrada en 25 de Agosto de 1879 por el Gobierno italiano para estudiar la clasificación de los nuevos ferrocarriles secundarios y las economías que en su construcción y explotación pudieran introducirse, emitió en 28 de Noviembre de dicho año (1).

Cuando las condiciones particulares de una línea (movimiento restringido, naturaleza especial del tráfico, terreno accidentado, etcétera) exigen un modo de construcción y de explotación económico, hay dos principios á los cuales se puede recurrir para alcanzar este resultado: se puede, conservando el ancho de vía ordinario, reducir la velocidad máxima de los trenes; ó bien se puede adoptar una galga reducida, lo que implica la adopción de menor velocidad que la de los trenes sobre las grandes líneas. En el primer caso, se podrán tener vías férreas menos perfectas que las de las grandes redes; su construcción y su explotación podrán satisfacer á condiciones menos rigurosas, y será posible realizar economías considerables en los gastos. En el segundo caso, es decir, cuando se reduzca el ancho de vía, que se puede, con el Ingeniero Moreno, llamar el *módulo de la vía*, se tendrá una línea en la que todas sus partes serán de menores dimensiones y que, por consiguiente, exigirá menos gastos, tanto para el establecimiento de la plataforma como para la adquisición del material fijo y móvil. Se obtendrá así una relación más favorable entre la importancia del tráfico y los gastos de explotación, lo que equivale á decir que los ferrocarriles de vía estrecha son, por excelencia, los ferrocarriles económicos; pues para ellos, muy en especial, se pueden adoptar los sistemas más baratos de construcción y de explotación.

Con lo dicho no queremos afirmar que todas aquellas líneas que no deban formar parte de una red principal han de ser, precisamente, de vía estrecha. El art. 16 de la ley de 29 de Julio de 1879 no autoriza la adopción de galga reducida para las líneas de la categoría A (2); y no admite la vía estrecha para las categorías restantes, sino cuando de ello no haya de derivarse ningún inconveniente para la explotación de las líneas principales inmediatas. Los ferrocarriles que pudieran construirse de vía estrecha son, por consiguiente, en número limitado. Pero si se hace abstracción del obstáculo creado por la ley para la adopción de la vía estrecha y se examina la cuestión desde un punto de vista esencialmente técnico, debe reconocerse que en la mayor parte de los casos no conviene renunciar á las ventajas que resultan del ancho de vía uniforme. Cuando tenga que establecerse una línea de bastante desarrollo, en región áspera, montañosa, poco poblada, y no haya posibilidad de utilizar la plataforma de una carretera ordinaria, se encontrarán probablemente, con la adopción de galga reducida, economías de tal importancia que compensarán ampliamente los inconvenientes y los gastos de transbordo en los puntos de empalme con las líneas de vía normal. En tales casos será preferible, sin duda alguna, recurrir á la vía estrecha. Pero cuando se trate de una línea de poca longi-

tud, á través de terreno opdulado, pudiendo disponerse de la plataforma de una carretera ordinaria, y siendo de esperar un tráfico suficiente, constituiría un error aislarla de la red ordinaria, debiendo limitarse—una vez admitida menor velocidad de circulación para los trenes—á buscar en el modo de construcción los medios de realizar economías más ó menos notables en los gastos de primer establecimiento y en los de explotación.

Por lo expuesto, nos cuidaremos sólo de buscar tipos de ferrocarriles económicos de vía normal. Examinando las condiciones diversas del trazado y del tráfico, con arreglo á las cuales pueden establecerse estos ferrocarriles, nos hallamos inclinados á proponer tres tipos, que distinguimos especialmente por la velocidad máxima que los trenes pueden alcanzar. La cual se fija: en 40 kilómetros para el primer tipo; en 30 kilómetros para el segundo, y en 20 kilómetros para el tercero.

En el *primer tipo* incluiremos las líneas comprendidas en la red principal, en las que podrá circular el mismo material móvil, salvo las locomotoras de gran velocidad, las que claro es que no pueden emplearse en estas líneas, como quizá tampoco las de gran separación de ejes.

El *segundo tipo* comprende las líneas transversales de importancia secundaria, que pueden ser explotadas con material especial marchando á menor velocidad, pero que, sin embargo, deberán permitir la circulación de tránsito de los coches de viajeros y vagones de mercancías de las líneas principales.

En fin, al *tercer tipo* pertenecen aquellas líneas en las que se presume que el tráfico de mercancías será el dominante, de suerte que la velocidad de los trenes podrá disminuirse aún más; bastando, por lo tanto, con que la vía sea suficiente sólida para permitir la circulación de los vagones de mercancías de las grandes redes.

De la determinación para una línea dada de la velocidad máxima, se derivan las prescripciones relativas al establecimiento de la vía, al material fijo y móvil que debe emplearse, y al sistema de explotación. En efecto, un ferrocarril puede ser comparado á una gran máquina en la que sólo es posible conseguir un funcionamiento regular, combinando todas sus partes armónicamente, de manera que se reduzcan las resistencias pasivas y los gastos superfluos de las fuerzas motrices. Cuando los órganos esenciales se encuentran bien determinados, la posición y las proporciones de los demás se derivan de las de aquéllos naturalmente.

Prescripciones para el primer tipo.—Debiendo circular el material ordinario sobre las líneas de este tipo, la superestructura de ellas debe ser en todo igual á la de las grandes líneas; las curvas no pueden tener un radio inferior á 200 metros, y las rampas una inclinación superior á 35 milímetros por metro; la anchura de la plataforma debe diferir poco de la norma! de 5,50 metros, no debiendo ser inferior á 5 metros. La sección de los túneles y de las obras de arte debe ser la misma; la capa de balasto debe tener, al menos, 40 milímetros de espesor. La disposición de las estaciones debe ser adecuada para permitir el cruce de los grandes trenes.

Prescripciones para las líneas de los tipos segundo y tercero.—Las economías de construcción podrán ser aquí más importantes; debiendo hacerse la explotación de las líneas, normalmente, con un material especial, podrá reducirse más la anchura de la plataforma, admitir como minimum para el radio de las curvas 150 y 100 metros, respectivamente, disminuir la longitud de las estaciones, el peso de los carriles, las dimensiones de las traviesas, y admitir, en fin, en ciertos casos excepcionales, rampas máximas de 5 centímetros por metro.

Prescripciones comunes á todos los tipos.—La experiencia ha

(1) Esta Comisión, presidida por el Sr. Baccarini. Ministros de Trabajos públicos, estaba formada por varios funcionarios del Servicio de Ingenieros civiles, entre los que figuraba el Director general de Ferrocarriles de dicho Ministerio; y, además, por otras personas, como, por ejemplo, los Sres. Borgnini, que fué después Director general de *El Adriático*; Lanino, Director de Tracción y Movimiento de *Los Meridionales*; Mantegaza, Director de Vías y Trabajos de *El Mediterráneo*, etc., etc.

(2) Estas líneas se construyen á expensas del Estado.

demostrado que para la seguridad de la explotación no es necesario que entre dos curvas de direcciones contrarias haya una alineación recta tan larga como la prescrita en los pliegos de condiciones.

Los trenes tienen siempre cierta flexibilidad, y, por otra parte, el peralte del carril exterior en las curvas está calculado de manera que no haya ningún peligro para un tren al tener sus vehículos extremos sobre dos curvas de sentidos contrarios. Se puede, por lo tanto, reducir notablemente la longitud de dicha alineación recta, fijándola en 30 metros para el primer tipo, 20 metros para el segundo y 10 metros para el tercero.

En lo que concierne á las *obras de arte*, se mantiene para el primer tipo la anchura de 4,50 metros entre los estribos ó pilas, prescrito para las líneas ordinarias, pudiendo reducirse á 4 metros en los otros dos tipos. Por el contrario, los túneles, para los tres tipos, deben tener una anchura uniforme de 4,20 metros al nivel de los carriles; su altura puede ser reducida á 5 metros cuando no tienen más de 200 metros de longitud. Debiendo tenerse siempre bien presente que el gálibo de los túneles y obras de arte para las líneas de los tres tipos debe ser tal que permita el paso fácil del gálibo de carga de las líneas ordinarias.

Estimamos que no debe proibirse la madera en la construcción de los puentes y viaductos, cuando se trate de líneas del segundo y tercer tipo. En ciertas regiones, el empleo de la madera será mucho más económico que el del hierro laminado ó el de la mampostería, y la economía realizada en el primer establecimiento podrá compensar los gastos mayores de entretenimiento á que aquélla da lugar. En lo que concierne á los puentes metálicos, á consecuencia de los nuevos estudios hechos sobre la resistencia de los materiales, se admite que el metal puede trabajar á 7 kilogramos por milímetro cuadrado. Se conservará, sin embargo, el límite de 6 kilogramos para los puentes muy oblicuos, y para los establecidos, bien en curva de menos de 400 metros de radio, bien en rampa de más de 15 milímetros por metro. Conviene, en efecto, reforzar las condiciones de estabilidad para tales obras, cuyas diversas partes están lejos de hallarse uniformemente solicitadas durante el paso de los trenes. En el cálculo de las piezas transversales se podrá, si á ello se prestan sus empalmes con las longitudinales, considerar la ensambladura como un semiempotramiento, lo que permitirá reducir las dimensiones que estas piezas tendrían si hubiera que calcularlas como simplemente apoyadas.

Estaciones.—En las estaciones se podrán obtener también muchas economías, aun para las líneas del primer tipo, estableciendo una sala de espera única, dividiéndola, á lo más, por un tabique de madera á media altura, y llegando hasta a suprimirla en las estaciones poco importantes, en las que hará sus veces el vestíbulo cerrado donde se despachan los billetes y donde también podrá ser instalada la cantina.

En las pequeñas estaciones de las líneas del segundo y tercer tipo, los edificios de viajeros podrán constar solamente de una sala de taquillas y un local para los empleados. Y aun podría admitirse que el despacho de billetes se hiciera en la localidad, ó bien en los trenes, por el conductor. Cuando la población se halle próxima, no será necesario construir alojamiento para el Jefe de estación.

En nuestras estaciones los locales afectos al servicio de la pequeña velocidad se hallan bastante distantes del edificio de viajeros, y es en éste donde se halla instalado el de gran velocidad. Ello requiere una longitud mayor para las estaciones y frecuentemente también un personal especial para la pequeña velocidad.

Adosando el almacén de mercancías al edificio de viajeros,

se obtiene una cierta economía en la construcción, pudiendo el mismo personal ocuparse más fácilmente de todas las ramas del servicio, y el Jefe de estación vigilar mejor y más eficazmente. Se ven edificios construídos de esta manera en las líneas del Véneto y, sobre todo, en Suiza.

Medidas de seguridad.—La aplicación de las medidas concernientes al público y á la marcha de los convoyes en circulación, en los ferrocarriles ordinarios, da lugar á un gasto considerable de primer establecimiento y de explotación. Se podrá renunciar á muchas de ellas en las líneas en que la velocidad de los trenes sea reducida y el número de éstos limitado. Así, las barreras continuas, las señales á distancia, la guarda de los pasos á nivel, el telégrafo eléctrico, son medidas á las que se puede renunciar en todas aquellas líneas que no hayan de ser recorridas por trenes rápidos ni durante la noche. Para las líneas del segundo y, en particular, del tercer tipo, las barreras deberán establecerse solamente en aquellos sitios en que su falta podría ser causa de peligro, por ejemplo, cuando una línea corre paralela á una carretera frecuentada, ó atraviesa terrenos donde acostumbra á paecer los ganados. Allí donde la población sea muy densa, se establecerán pasos á nivel, simplemente con cadena, y se buscará alojamiento para las guardabarreras y sus familias en las casas próximas.

A imitación del extranjero, y también de Italia, se puede recurrir, para el cierre de los pasos á nivel, á uno de los tipos de barreras automáticas ó de barreras maniobradas á distancia. Estas últimas han sido admitidas, si bien con ciertas reservas, por la Comisión encargada de estudiar la mejora y unificación de tipos para las instalaciones de la superestructura de nuestros ferrocarriles.

En cuanto á los pasos para peatones y caballerías, creemos basta advertir á los que de ellos se sirven, por medio de una barrera fija que les obligaría á pararse para levantarla antes de llegar á la vía.

Se podría, además, si se juzgara necesario, añadir una señal establecida en la inmediación, ó un cartel en el que apareciesen escritas las horas de paso de los trenes ordinarios.

Ramales industriales.—Otra economía importante podrá obtenerse, admitiendo que los ramales que se dirigen á las fábricas, canteras, minas, etc., empalmen en plena vía, en lugar de prolongarse hasta una de las estaciones inmediatas.

Actualmente está reglamentado el no autorizar tales empalmes en plena vía, á causa de los peligros é inconvenientes que presentan para las líneas recorridas por trenes de gran velocidad. Pero cuando ésta es limitada, y al mismo tiempo se hace bifurcar el ramal, no de la vía principal, sino de otra lateral, tales inconvenientes y peligros no existen, obteniéndose, por el contrario, dos ventajas: primero, se facilitan las comunicaciones del ferrocarril con los centros de producción de la región que atraviesa; y, en segundo término, se puede reducir el número de estaciones propiamente dichas, sustituyéndolas por simples apeaderos sin servicio de mercancías, y cuyo personal se limite al guarda encargado del servicio de la barrera ó á su mujer.

Economía en los gastos de construcción y de explotación.—Las simplificaciones en la construcción de la vía, la reducción á lo estrictamente necesario de todos los accesorios, la tolerancia de curvas más pronunciadas y de rampas más fuertes, permitirán—en especial para las líneas de los tipos segundo y tercero—establecerlas sin realizar aquellos gastos que requiere la construcción de los ferrocarriles ordinarios.

Podrá así limitarse el gasto á 90.000, 83.000 y aun á 70.000 liras por kilómetro, mientras que las líneas de las grandes redes jamás han costado menos de 130.000 á 150.000. Y en cuanto á

los gastos de explotación—que en las condiciones ordinarias apenas bajan de 7.000 ó 7.500 libras por kilómetro para las líneas servidas por tres trenes en cada sentido—no rebasarán las 6.000 en los ferrocarriles locales explotados económicamente, pudiendo llegar á reducirse á 4.200 y aun á 3.500 para muchas líneas, conservando siempre el mismo número de trenes en cada sentido.

Economía en los gastos relativos al material móvil.—A la economía que podrá realizarse en los gastos de primer establecimiento y de explotación vendrá á añadirse en amplia escala la relativa al material móvil.

En las líneas del primer tipo, este material no podrá apenas diferir del de los ferrocarriles ordinarios. Podrá haber un número menor de locomotoras de gran velocidad, y aun habrá casos en que el empleo de éstas sea innecesario.

Para los otros dos tipos, una vez que la superestructura es más ligera y las curvas de menor radio, se deberán adoptar tipos especiales de locomotoras, con menor separación de ejes, en las que todo el peso se utilice para la adherencia, y resultando siempre notablemente disminuído el peso por eje.

Locomotoras.—Llenan estas condiciones las locomotoras-ténder de seis ruedas acopladas, de un metro de diámetro en las correspondientes á las líneas de segundo tipo y de 0,80 metros en las de tercero. El peso máximo por eje será de 10 y de 8 toneladas, respectivamente, y la separación de ejes no pasará de 2,60 metros para el segundo y 2 metros para el tercer tipo. Tales locomotoras nos parecen las más convenientes, habida cuenta de las condiciones de establecimiento de las líneas de cada uno de ambos tipos, y nos creemos en el caso de recomendar su empleo de modo especial.

No queremos con ello indicar que se proscriba el empleo de otros tipos de locomotoras, pero si advertimos ser necesario que las que se adopten puedan pasar por las curvas que estas líneas presentan y que su peso está en relación con la superestructura de las mismas.

Vehículos.—Admitimos para los coches que deben circular sobre las líneas del primer tipo los modelos usados en los ferrocarriles ordinarios; pero para las del segundo y tercero preconizamos la disposición americana ó suiza de intercomunicación con pasillo central y plataforma en cada extremo.

La separación de ejes no debe ser superior á 3 metros para las líneas del segundo tipo y á 2,50 metros para las del tercero.

Tales coches para viajes que no son de larga duración los encontramos suficientemente cómodos, teniendo además la ventaja de permitir cierta reducción en la anchura de la plataforma de la vía y en el personal del servicio de trenes.

Se obtendrá también otra nueva economía bien notable y una simplificación en la explotación, reduciendo á dos el número de clases, correspondiendo la una á la tercera actual y disponiendo la otra de manera que los viajeros encuentren en ella próximamente iguales comodidades que hoy tienen en los coches de primera clase.

El servicio de equipajes podrá asegurarse con la construcción de coches mixtos provistos de un departamento reservado á este efecto, destinándose el otro para el correo ó bien para los viajeros.

Se reducirán, además, al menor número los diversos tipos de vagones de mercancías.

Según esto, en los trenes de las líneas secundarias, generalmente mixtos, podrá adoptarse, en la mayor parte de los casos, la siguiente composición: un coche mixto, para correo y equipajes; dos coches de viajeros; en fin, un cierto número de vagones de

mercancías, en relación con el tráfico, á menos que se encontrara preferible separar el servicio de viajeros del de mercancías.

El sistema adoptado para los coches y vagones y la composición de los trenes apropiada á las necesidades del tráfico, permitirán reducir al mínimo el peso muerto del tren que, en los ferrocarriles ordinarios, tanto influye en los gastos de tracción....

Utilización de las carreteras ordinarias.—En muchos casos, los ferrocarriles de vía estrecha, así como los de los tipos segundo y tercero de vía normal antes establecidos, podrán utilizar las carreteras ordinarias existentes, penetrando con frecuencia, de este modo, hasta el centro de las aglomeraciones. La Comisión ha admitido, en principio, que, á campo abierto, el ferrocarril debe hallarse separado por una barrera de la parte reservada al carreteo ordinario, ó bien á un nivel un poco más elevado que la carretera.

Estimamos que esta separación debe constituir, esencialmente, la característica diferencial entre el ferrocarril y el tranvía, de la que no se hace mención en la ley de 29 de Julio de 1879. Solamente en el interior de las aglomeraciones podrán los carriles, si tienen una forma especial, colocarse al mismo nivel del pavimento.

Somos de parecer que en tales casos, para dar seguridad al tránsito por la carretera ordinaria, conviene guarnecer las locomotoras de un palastro que cubra el mecanismo, como en las máquinas de los tranvías, y proveerlas de una campana para hacer las señales de costumbre, reservando para los casos excepcionales el silbato de vapor, cuyo ruido espanta á menudo á los animales.

Por último, en el casco de las aglomeraciones la velocidad de los trenes no podrá pasar de 4 á 6 kilómetros por hora.

Disposiciones comunes á todos los tipos.—La mayor parte de las disposiciones que preceden se refieren especialmente á alguno de los tres tipos que hemos establecido. Pero hay otras cuya aplicación debe ser general; vamos á mencionarlas, advirtiendo que de su adopción pueden derivarse economías considerables.

Quando dos ferrocarriles han de cruzarse, la última de las dos líneas construídas pasa por encima ó por debajo de la ya existente; de este modo quedan independientes una de otra á los efectos de la explotación. Pero si tal disposición proporciona grandes facilidades y da una seguridad completa, tiene, en cambio, el inconveniente de exigir considerables gastos en los movimientos de tierra y obras de arte. Tales gastos quedan justificados cuando se trata de grandes líneas, á lo largo de las cuales la circulación es muy intensa y el servicio de noche es completo; pero en las líneas de que venimos ocupándonos, creemos pueden admitirse los cruzamientos á nivel, aun en el caso de que sea principal la línea á la que haya de cortar una secundaria, siempre que en ambas se empleen los debidos aparatos de protección que garanticen la seguridad. Por análogas consideraciones estimamos que puede, en ocasiones, autorizarse á estas nuevas líneas para empalmar con las antiguas fuera de las estaciones, con tal que los empalmes ó bifurcaciones se hallen protegidos por señales convenientes. Se podrá así evitar el gasto, con frecuencia considerable, que requiere el establecimiento de una nueva vía para hacer llegar la línea secundaria directamente á la estación común. Si la línea secundaria es de vía estrecha, podrá colocarse entre los carriles de la vía ordinaria antigua, otro tercero, teniendo así dos galgas diferentes en toda la longitud utilizada por ambas.

Se encuentran ejemplos de esta clase de líneas de doble galga, en Inglaterra y en Bélgica (ferrocarril de Flénu); la explotación de una de las líneas se superpone, por decirlo así, á la de la otra, y ello no origina ningún inconveniente si se tiene la pre-

caución de adoptar las medidas necesarias para garantizar la seguridad de los trenes.

Retornos.— Debemos mencionar aquí una disposición que puede proporcionar gran economía en la construcción, pero que debe aplicarse con gran prudencia; nos referimos á los *retornos simples y dobles*.

Ocurre con frecuencia que debe salvarse una gran diferencia de altura y que la configuración del terreno es tal que ó no es posible alargar suficientemente el trazado ó se imponen gastos considerables en los movimientos de tierra y obras de arte. En tales casos podrá ser ventajoso y económico establecer uno ó varios retornos intermedios y hacer así subir la línea desde el fondo del valle hasta un punto sobre la ladera de la montaña, donde pueda volver á tomar su dirección normal. Si no hay más que un retorno, es decir, si es simple, habrán de construirse las vías necesarias para colocar la locomotora en cabeza. Si el retorno es doble, es decir, si hay dos, las locomotoras empujarán á los trenes sobre la parte intermedia y será necesario tener cuidado de no alcanzar siquiera los límites antes fijados para las curvas y las rampas en ese trayecto especial.

Los retornos, de los cuales se encuentra ejemplo en una de las líneas del Jura suizo, y en gran cantidad en América, ocasionan necesariamente pérdidas de tiempo: en los simples, hay que hacer una maniobra para cambiar la posición de la máquina; en los dobles, no puede empujarse el tren más que á débil velocidad; en ambos, en fin, hay partes de vía que son recorridas dos veces. Estos inconvenientes, sin embargo, no se hacen muy sensibles en las líneas de rampas pronunciadas, porque en ellas los trenes tienen forzosamente una marcha lenta; y aun pueden ser aquéllos disminuídos si el trazado se estudia de tal manera que las estaciones coincidan con los retornos. Advertimos que éstos constituyen algunas veces un medio fácil de evitar el establecimiento de la vía en terrenos movidos sujetos á desprendimientos.

Si la diferencia de nivel exige para ser salvada un número de retornos demasiado considerable, la explotación podrá llegar á ser difícil y costosa. Quizá convenga más, en este caso, recurrir á un sistema especial de tracción que se deriva de la aplicación de los planos inclinados, siendo algunas veces posible utilizar con este objeto las fuerzas hidráulicas de que en tales parajes ordinariamente se dispone.

Recomendamos á este propósito el sistema del Ingeniero Agudio, del que se han hecho felices aplicaciones en casos excepcionales de altimetría. Y aun cuando el perfil no sea tan excepcional, deberá emplearse también el sistema de planos inclinados, siempre que haya razones para creer que permitirá una explotación conveniente desde el punto de vista de la regularidad del servicio y de la economía del gasto.

Relaciones entre las economías de construcción y las de explotación.—Las medidas que acabamos de preconizar tienen todas por objeto reducir los gastos de primer establecimiento; no podrán, sin embargo, dar resultado si al mismo tiempo no se adoptan otras encaminadas á disminuir los gastos de explotación. Antes de fijar definitivamente las bases del proyecto de construcción de una línea, se deberá estudiar con atención si las economías que pretenden hacerse en la construcción no serán perjudiciales á la explotación. Con frecuencia, un exceso de gastos en la construcción se halla ampliamente compensado por las economías realizadas en la explotación. Constituiría, por ejemplo, un error introducir en el perfil una línea situada en país llano, rampas demasiado fuertes para hacerla pasar por encima de un curso de agua, si aquéllas pueden evitarse alargando algo el trazado, no teniendo en cuenta ni los millares de metros cúbicos que suponen los terraplenes, ni los gastos de tracción suplementarios, ni las

sujecciones á que para siempre habrá de estar sometida la composición de los trenes; ni los inconvenientes de todo orden que resultarían de la introducción inoportuna de rampas no justificadas por la configuración del terreno.

En el sistema de la ley de 29 de Julio de 1879, los gastos de construcción constituyen un sacrificio que el Estado y las provincias se imponen para dotar al país de vías de comunicación nuevas y cómodas; pero las ventajas con que se pretenden compensar tales sacrificios, se hallarían en gran parte comprometidas si los ferrocarriles que se establecieran hubieran de explotarse difícil y onerosamente. El valor de las líneas habría disminuído en proporción más considerable que la economía obtenida en la construcción, causándose así á los habitantes un perjuicio cierto y duradero, puesto que habrían de mantenerse sobre tales líneas tarifas de transporte más elevadas. La ley ha dispuesto, por lo tanto, con razón sobrada, que deben adoptarse los sistemas más económicos de *construcción y de explotación*; pues en puridad, la economía en la construcción es inseparable de la economía en la explotación. Ya hemos dicho algo sobre esta última al hablar de la velocidad reducida de los trenes, de la simplificación de las estaciones, de la disminución y aun de la supresión total de guardas en los pasos á nivel, de la adopción de material móvil especial como menor peso muerto, de la reducción á dos del número de clase en los coches de viajeros, de la restricción ó supresión del telégrafo eléctrico para las líneas en las que no hay de ordinario cruces de trenes. Todas estas medidas no influyen menos en las economías que pueden realizarse en la explotación, que en las relativas á los gastos de primer establecimiento. El empleo de los carriles de acero que hemos prescripto para los tres tipos, dará lugar quizá á un exceso de gastos en la construcción; pero, en cambio, permitirá realizar durante la explotación importantes economías, á causa de la duración mayor del acero.

Una administración inteligente y avisada, que tenga verdadero celo por reducir los gastos de explotación, adoptará muchas otras medidas, además de las ya mencionadas. Hará, por ejemplo, concurrir al personal que acompaña á los trenes, á las maniobras de ellos en las estaciones; reducirá el personal inferior y medio de éstas al mínimo; empleará las mujeres y los niños en todos aquellos servicios en que puedan ser útiles; elegirá cuidadosamente su personal y distribuirá los cargos, según las aptitudes de sus agentes; contratará, en ocasiones, pagándolos por horas, braceros para hacer la carga y descarga de mercancías; evitará todo el trabajo nocturno. Otras economías, en fin, que no es posible indicar aquí *a priori*, podrán también introducirse; sobre este punto deben servir de guía las condiciones especiales de cada línea.

Y sean cuales fueren las determinaciones detalladas que se tomen, lo que sí puede afirmarse con una seguridad absoluta, es que *no se realizará economía alguna si no se abandona el sistema, demasiado extendido hasta el presente, de aplicar iguales normas á todas las líneas y de reglamentar la explotación de un pequeño ramal de interés local como la de una línea principal que tuviera un tráfico de 50.000 á 60.000 liras por kilómetro*. Cualquiera que sea el sistema de explotación que se adopte, una vez que esta Comisión termine sus trabajos, es indispensable que, tanto para las líneas antiguas, como para las nuevas que hayan de construirse, se establezca, en principio, que *en las líneas secundarias se adoptarán normas y reglamentos de servicio más sencillos que los vigentes en las líneas principales*.

El *servicio combinado* (1) complica mucho el de mercancías,

(1) Entendiéndose por tal, el que resulta de la comunidad de estaciones y de la adaptación de tarifas mixtas sin reinscripción en los puntos de empalme de unas líneas con otras, etc., etc.

especialmente á causa de la multiplicidad de tarifas actualmente vigentes en nuestros ferrocarriles y en los del extranjero. Los empleados del servicio de mercancías tienen que conocerlas perfectamente con todas sus disposiciones especiales para poder establecer las tasas de transporte y los gastos accesorios que eventualmente hay que percibir. No queremos decir con esto que los ferrocarriles secundarios deban renunciar al servicio combinado, que procura al comercio tantas facilidades y ventajas; pero sí hemos de recomendar que se haga el estudio necesario para simplificar nuestras tarifas, á fin de que su aplicación deje de ser un problema de los más complicados y se transforme en un servicio al alcance de todos los empleados, aun para los transportes á grandes distancias. Es esta cuestión, sin duda alguna, una de las más arduas y no podría ser resuelta sino á medias mientras las administraciones extranjeras no consintiesen en simplificar ignamente sus tarifas. La necesidad de disipar la niebla en que, por decirlo así, está actualmente envuelta la tarificación de las mercancías, se halla por todos reconocida. Italia realizará una obra de civilización y de progreso, tomando la iniciativa de esta gran reforma en la organización y en la economía de los ferrocarriles.

PUERTO DE MELILLA ⁽¹⁾

OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Defensa de escollera en el dique.

La escollera que constituye la defensa exterior del dique de este puerto ha sido hecha en su mayoría de bloques naturales de peso variable hasta el máximo de ocho toneladas de piedra andesita, procedente de las canteras de Sidi-Musa; esta piedra, dura y de constitución granujenta, presenta lechos y juntas que con el tiempo y con la acción de los agentes atmosféricos hacen que se disgreguen y se fragmenten, disminuyendo considerablemente en peso y por tanto no resultan de eficacia decidida para resistir los grandes embates del mar en días de temporal.

Desde hace algún tiempo se vienen empleando grandes bloques de hormigón, que con la piedra antedicha, relleno de huecos, forman una defensa inmejorable para la obra; pero los bloques de hormigón, sobre todo al precio de 180 pesetas la tonelada que ha alcanzado el cemento portland, resultan de un costo excesivo y esta Dirección ha ensayado con éxito incomparable el empleo de bloques de mampostería hidráulica, lo que ha permitido poderlos construir *in situ*, de unas 100 toneladas de peso.

En general, los bloques se han construido sobre la banqueta inferior y exterior del espaldón, á modo de bloques de guarda, y al mes de construídos, con *cricks* hidráulicos, se han volteado y arrojado al mar con notabilísima economía.

He de llamar la atención sobre todo á los que á obras marítimas se dedican, del notable resultado y gran economía que se obtiene con el empleo de bloques de mampostería hidráulica, poniendo de relieve que he arrojado bloques de 80 toneladas de peso, desde 8 metros de altura, cayendo sobre escollera, sin haber experimentado la mole deterioro importante, rompiéndose solamente alguno que otro ángulo; por ese sencillísimo procedimiento hemos podido reforzar toda la parte exterior del dique, de modo que hoy los temporales, por fortuna, nos causan averías de escasa importancia, las que, precisamente, pueden ser reparadas con el vertido de nuevos bloques de mampostería hidráulica que

al efecto tenemos como de guarda en toda la longitud del dique.

En el morro ó extremo terminal del dique, que es lugar donde el mar azota con mayor impetu, se han construído *in situ* seis grandes bloques que cubican 234 metros cúbicos, los que están apoyados sobre escollera y su objeto es que constituyan un cimiento sólido cuando el mar, al socavar la escollera, tumbe esas grandes moles.

El precio de la mampostería en bloques ha variado notablemente, según el que ha tenido el portland, pero fijando como precio para el cemento el de 75 pesetas la tonelada (que es el que tenía antes de la guerra), puedo decir que el metro cúbico de mampostería hidráulica, en bloques construídos á flor de agua, ha resultado á 29,63 pesetas. Esta fábrica, construída sobre la banqueta exterior de la defensa, ha resultado á 23,91 pesetas la misma unidad, y hecha en los bloques del morro á 23,84 pesetas; estas nuevas fábricas ejecutadas con hormigón, cuestan, por lo menos, siete pesetas más el metro cúbico.

La proporción de cemento portland empleado en esas fábricas de mampostería ha sido de 450 kilogramos por metro cúbico de arena, resultando prácticamente un peso de 150 kilogramos por metro cúbico de mampostería.

Los bloques de mampostería han sido arrojados desde gran altura, según he dicho, y muchos de ellos ha habido necesidad de voltearlos tres y cuatro veces para que llegaran al agua; á pesar de ello, repito, no han sufrido rotura considerable, atribuyéndolo á la excelente mano de obra con que han sido ejecutados, y eso que no se dispone en la localidad de operarios expertos en esta clase de fábrica, pero una rigurosa vigilancia ha suplido á todo; es así que en este mismo puerto, por contrata, se han ejecutado bloques de mampostería con dosis de cemento superior á las indicadas (600 kilogramos por metro cúbico de arena) y á pesar de ello se han roto varios, sin experimentar percusión y con sólo el paso de la Titán de 40 toneladas.

Adoquinado.

Consecuente esta Dirección con el propósito de ir sustituyendo el mal pavimento de hormigón de nuestros muelles, cuya conservación es costosísima, se han pavimentado en ese año 2.308 metros cuadrados de firme, de los cuales 1.328 corresponden á los muelles denominados «Civil» y «Florentina», y 900 metros cuadrados al dique NE., removiendo y reconstruyendo 265 metros cuadrados del antiguo adoquinado del muro X.

En la pavimentación de adoquines emplea esta Dirección el método preconizado como mejor hasta el día, obteniendo un piso unido y resistente que reúne las condiciones higiénicas de impermeabilidad y la mayor comodidad para el tránsito á pie y rodado, así como una mejor resistencia y duración.

Toda la piedra empleada en el adoquinado procede de las canteras del Atalayón, de textura fina y de gran dureza, de fractura casi cristalina, y aunque mineralógicamente son clasificadas como andesitas, tienen gran asimilación con los basaltos. Las piezas son de 30 á 32 centímetros de longitud, de 15 á 16 centímetros de ancho y tizones variables de 16 á 20, exigiendo una labra esmerada, caras planas y á escuadra, obteniéndose piezas de buena regularidad y de buen asiento; á esta última condición se le ha concedido en la recepción del material la importancia que realmente tiene, lo que, seguramente, ha de evitar en lo sucesivo el movimiento de los prismas y los bacheos y reparaciones que tan frecuentemente son necesarios en ese pavimento.

Primeramente se prepara un cimiento de hormigón de 20 á 30 centímetros de espesor, sobre el cual se tiende una capa de arena de 2 centímetros, á lo más, de espesor, que no tiene más objeto que permitir el asiento del adoquín por la diferencia de tizon to-

(1) De la Memoria oficial redactada por nuestro distinguido compañero el Ingeniero-Director D. Alvaro Bielza.