

de ejes verticales que pasaran por los arranques. En el primer caso, el arco habría de resistir como una ménsula; en el segundo, como una viga; en los dos, se originarían pares que tendrían sus máximos respectivamente en los arranques y en la clave. Si estos pares obraran aisladamente, darían lugar en las secciones correspondientes a compresiones y a tensiones; pero éstas son siempre inferiores a la compresión general a que el arco está sometido, por razón de su peso propio. No ocurriría siempre así; si se tratara ya de un sifón más pequeño, en que la superficie tuviera más importancia en relación con el volumen, el predominio de la compresión podría no tener lugar y, por eso, es un punto que convendrá comprobar en cada caso.

Los únicos esfuerzos que aconsejan el empleo de armaduras longitudinales son los procedentes de los cambios de temperatura. De no usarlas, la contracción de la obra durante el invierno acarrearía tensiones que no serían resistidas por el hormigón y originarían grietas que, dada la forma de los arcos,

nunca podrían ser causa de ruina, porque, al presentarse la grieta, cesaría la tensión y, mediante una deformación ligera, el arco, dividido en dovelas, tomaría en seguida una nueva forma de equilibrio. Pero si la ruina no sería de temer, las grietas podrían ser causa de fugas, sobre todo si llegaba a concentrarse en algunas pocas el total espesor de la contracción.

Para evitarlo, se han empleado armaduras longitudinales, que se han reducido a reforzar el diámetro de los redondos, que son necesarios en todo caso para mantener la separación debida entre las armaduras transversales. La discusión completa de este punto, sobre el que no se ha dicho todavía la última palabra, y el cálculo preciso, que ha servido de base para la determinación del número y diámetro de los hierros, exigiría más espacio del que hoy podemos disponer. Tal vez volvamos sobre él en otro artículo.

Pedro M. GONZÁLEZ QUIJANO
Ex director del pantano de Guadalcacín.

Las comunicaciones ferroviarias de Norte a Sur

Con el título de «Perspectivas ferroviarias de Sur a Norte», ha publicado en esta REVISTA mi querido compañero Sr. Ruiz López, en colaboración con el comandante de Ingenieros militares Sr. La Llave, un artículo que analiza diversas cuestiones relacionadas con los ferrocarriles directos que pueden establecerse entre el extremo occidental de la frontera francesa y Madrid, y cuyo objeto es unir, por el medio más rápido, económico y perfecto, París con Madrid. En él se hacen determinadas consideraciones que suponen un prejuicio para la adopción de soluciones que se desvían al Oeste de la línea recta París-Irún-Madrid, y como aun no teniendo valor alguno los argumentos en el citado artículo expuestos, el hecho de haber pertenecido el Sr. Ruiz López a la Comisión oficial que estudió el directo de Madrid a la frontera francesa puede dar a dichas manifestaciones un determinado valor para aquéllos que no hayan seguido este complejo asunto con la atención requerida por sus múltiples facetas, hemos creído oportuno puntualizar algunos de sus extremos.

Refiriéndose a la conveniencia de cambiar el ancho de vía normal español por el centro europeo, se estima, desde luego, la necesidad de transformar la totalidad de la red española, aunque «si ahora se construyera la primera línea férrea (con ancho francés), tampoco es de creer que se levantará ninguna voz (de protesta)», que entraña una apreciación completamente equivocada. La Comisión burgalesa de Iniciativas ferroviarias sigue el movimiento en actitud expectante y reanudaría su campaña en el momento mismo que seriamente se tratase de ejecutar una línea de interés general de 1,44 m de latitud en España sin que *previamente se procediese a la modificación de las redes férreas de España y Portugal* (1). Conocido el gran movimiento de opinión que

lleva consigo, no está de más recordar el comentario breve, pero muy satisfactorio para dicha Comisión, que la importante revista francesa *Génie Civil* hizo cuando dió cuenta de la reseña de sus publicaciones, y es que representaba el *punto de vista español*, es decir, que defiende los intereses nacionales en contraposición, claro está, con los centroeuropeos y en concordancia con los de Portugal, que no pueden abandonarse, pues sería suicida unirnos más íntimamente con Francia si ello lleva consigo una mayor separación con Portugal. Un comentario de esta naturaleza, hecho por revista de la seriedad de la citada, y precisamente por los nacionales del Estado que para su imperialismo le convendría una *servidumbre de paso* por España, tiene un valor decisivo en las discusiones de familia que se producen en el interior de la Península.

Otro punto de vista de la cuestión es el militar; no descuidó la Comisión de Iniciativas en la defensa de los trazados este extremo, y sabido es que se publicó un estudio del comandante de ingenieros militares Sr. Casado (1), en el que se exponían las razones que en relación con la defensa nacional están a favor de la solución directa Madrid-Burgos-Irún-París. Indudablemente estos estudios no han sido conocidos por el Sr. La Llave, pues nada dice de ellos, si bien es verdad que a la vez plantea otras cuestiones relacionadas con la tercera línea de defensa en relación con la frontera francesa.

La frase de Anatole France de que el arte militar se reduce a cruzar las *cordilleras por los puertos y los ríos por los vados* es una gran verdad cuando, además, se agrega la conclusión de que si la acción guerrera se prepara para una ofensiva, procede facilitar todos estos pasos, y, en cambio, en una acción defensiva es conveniente dificultarlos. Ahora bien: España, ¿debe prepararse para acciones ofensivas

(1) Véase la Memoria de dicha Comisión presentada al Consejo internacional de Ciencias, de Bilbao, titulada *Necesidad de conservar un solo ancho de vía normal en los ferrocarriles de la Península Ibérica*.

(1) *El ferrocarril directo París-Algeciras en relación con la defensa nacional*, por el ingeniero militar D. Juan Casado.

o defensivas? Es evidente que el espíritu del país es contrario a toda aventura guerrera, pues ni siquiera siente el anhelo de vengarse de las atrocidades cometidas por los desharapados del Rif; por otra parte, la escasa eficiencia militar de nuestro Ejército, aunque la potencialidad económica de España está concentrada en los presupuestos de Guerra, Marina y acción en Marruecos, superiores en tanto por ciento respecto del total a lo que se estima prudencial en los demás Estados de Europa y la dificultad de saldar el déficit, a pesar del abandono en que se tiene la construcción de ferrocarriles, obras de puertos, hidráulicas, carreteras, teléfonos, la instrucción pública y tantas y tantas cosas como son indispensables para la vida económica del país y para que España ocupe entre las naciones europeas el puesto a que tiene derecho por su situación geográfica y riqueza, prueban bien claramente que nuestra Patria sólo puede aspirar durante algunos lustros a una acción defensiva que, combinada sabiamente con la política, la permita subsistir entre la turbulencia de los apasionados nacionalismos de Europa y las ambiciones de los poderosos.

En este supuesto, para nosotros indiscutible, es claro que no conviene facilitar los *pasos de las cordilleras y los vados de los ríos*, sino todo lo contrario: poner las mayores dificultades posibles para que los ejércitos enemigos tengan necesidad de entretenerse en la construcción de las obras necesarias para el cruce, y es indudable tiene extraordinario interés el ferrocarril Santander-Burgos-Soria-Calatayud, pues por ser paralelo a la cordillera ibérica, defendido por ella, cruzar el Ebro por Trespaderne y tener como cabeza de línea Santander, puerto natural de inmejorables condiciones para el establecimiento de una base naval secundaria (1), es la línea básica de que ha de depender la defensa de la frontera francesa, bien favoreciendo de momento la línea de los Pirineos y preparando la defensa del Ebro, bien defendiendo España desde las inaccesibles sierras de la cordillera Ibérica si los ejércitos contrarios nos hubiesen obligado a una retirada.

Se habrá fijado el lector que nos hemos referido al ferrocarril Santander-Burgos-Soria-Calatayud y no al Burgos-Soria-Calatayud, como indican los articulistas mencionados, pues éste es solamente una fracción de aquél sin la cual pierde eficacia, ya que no tendría apoyo en la costa ni pueden resguardarse centros tan vitales para la defensa de España como La Montaña y Asturias, que en la hipótesis de haber perdido las Vascongadas, son los únicos que pueden suministrar la savia necesaria para el sostenimiento de la Nación.

Es, por consiguiente, indudable que este ferrocarril ha de ser de *construcción, preferente a otro cualquiera que cruce la cordillera Ibérica*, y aunque la cuestión pierde interés, pues la palabra formal del presidente del Directorio Militar prometiendo el anuncio de la subasta, permite esperar sea realidad muy en breve, es antecedente obligado para justificar una moderación en el proyecto de ferrocarriles que en lo futuro crucen la cordillera Ibérica por sitios diferentes a los pasos de la Brújula y valle del Jalón que

siguen las dos líneas *débiles* que toda invasión pirenaica ha de tener por punto de apoyo, dotadas de importantes vías férreas, que favorecería la invasión y avance de los ejércitos, lo que no excluye la posibilidad de que algunos núcleos del invasor cruzasen la cordillera Ibérica por el puerto relativamente favorable de Madero. No sería, desde el punto de vista militar, conveniente cruzar la cordillera Ibérica por ningún otro ferrocarril, aun construido el Santander-Burgos-Soria-Calatayud, cuya prioridad es indiscutible; pero las necesidades económicas no consienten una resolución tan radical, y satisfechos los más vitales intereses de la defensa nacional, es claro que procede construir por lo menos un ferrocarril que cruce dicha cordillera. Entre los tres indicados por los Sres. Ruiz López y La Llave, hay dos que satisfacen necesidades reales, y otro es solamente el señuelo utilizado por la competencia comercial de una plaza norteña. Recientemente ha salido a subasta el ferrocarril Soria-Castejón, y con sentimiento, seguramente, de todos los españoles, y en especial de los castellanos viejos, que sienten hacia Soria el mayor afecto, no ha tenido postor, a pesar de los ofrecimientos bancarios. Era de esperar, por ser línea sin poblaciones de bastante capacidad económica para servir de cabeza de línea ni tener, aun considerada unida al ferrocarril Torralba-Soria, zona de influencia bastante que permita un tráfico local suficiente para su vida, ya que el general se presta a que las poderosas empresas del Norte y Madrid-Zaragoza-Alicante lo desvíen por sus líneas de Casetas, y la única manera de evitar este inconveniente es un cambio de régimen ferroviario, bien nacionalizando los ferrocarriles, solución, a nuestro juicio, la más conveniente para los intereses colectivos del país, bien obligando a dichas empresas, con garantías verdaderas, a construirles y explotarles por su cuenta, solución preconizada por ellas mismas; bien construyendo directamente el Estado y transigiendo éste con los inconvenientes de una explotación ruinosa; pues es claro que tendría que soportar, al igual que otra empresa, la competencia de las actuales, ya que, según demuestra la experiencia, las oligarquías financieras son suficientemente poderosas para defender sus concesiones y el Estado demasiado débil para implantar las reformas de carácter general que obliguen a la explotación de la red española como un sistema único.

En el estado actual de la cuestión ferroviaria, lleva más posibilidad de poder construirse por la iniciativa privada el ferrocarril Soria-Logroño-Pamplona, si se prolonga a Pasajes para terminar en puerto, pues, a pesar de ser costosísimo y de interés puramente local (sus características no le permitirían ser línea arterial), la unión con la de Torralba-Soria le permite tener extensa zona de influencia y podría desenvolverse con la competencia de las empresas actuales mediante un auxilio prudente del Estado. Construido este ferrocarril, todavía sería dudoso que fuera más conveniente para el transporte de mercancías y hasta para el de viajeros entre Madrid y Logroño que el que resultaría de hacer la sección Burgos-Somosierra-Madrid y Burgos-Logroño, pues si bien tendría $275 + 125 = 400$ kilómetros de longitud, esto es, 48 más que los previstos en aquel proyecto entre Madrid y Logroño, sus menores pendientes, de 10 milésimas entre Madrid y Burgos, y terreno favorable entre esta capital y Logroño daría una longitud virtual mucho menor que la prevista para el

(1) Véase el folleto del ingeniero director del puerto de Santander, Sr. Huidobro, titulado: *Necesidad de establecer una base naval secundaria en el puerto comercial de Santander.*

trazado Madrid-Soria-Logroño; y aunque en el artículo que comentamos no se da la importancia debida a la longitud virtual, es lo cierto constituye el principal factor que debe tenerse en cuenta en el trazado de nuevos ferrocarriles, no debiendo ejecutarse ninguno sin que un estudio verdad y detallado de ellos pruebe que es la distancia *más corta* entre los que unen dos estaciones ya enlazadas por otros ferrocarriles, aunque a primera vista parezca notoriamente exagerada su longitud real.

Se habla en dicho artículo de una original «red de directos» y se notan determinadas preferencias y prejuicios a favor del itinerario Almazán-Alduides; en cambio, aunque se estima de interés el ferrocarril del meridiano, es postergado, por lo que a la comunicación París-Madrid se refiere, por el hecho de distar 170 kilómetros de la frontera francesa. No es esta razón suficiente, ya que el sostén del tráfico ferroviario son las mercancías, aun en líneas como la de Madrid-Irún por Avila y Segovia, en que el tráfico de viajeros tiene especial importancia, pues alcanza el 25 por 100 del ingreso total (1). De aquí que no pueda ser reproductivo para la economía nacional hacer verdaderos *tranvías interurbanos* de elevadísimo coste, ruinoso explotación y escasa capacidad y sea de necesidad atenerse en primer término al coste del transporte de las mercancías, que pareciendo como secundario en el artículo citado, es realmente lo primordial. Por otra parte, las diferencias de las longitudes virtuales estimadas ya respecto del tiempo, ya respecto de las mercancías, no difieren tanto para que existan trazados convenientes desde un punto de vista y desfavorables desde otro, y buena prueba de ello son los resultados obtenidos por el Sr. Ruiz López, que reconoce no sería útil hacer un nuevo ferrocarril entre Soria y Madrid, pues el estudiado como directo apenas si tiene ventaja apreciable sobre el existente por Torralba, así como la decisión de limitar la Comisión oficial la inclinación de rasante a 20 milésimas en beneficio de la velocidad.

Los datos que poseemos sobre el método empleado para calcular las longitudes virtuales no permiten aceptar éstas sin determinadas reservas; pero aun así, resulta que entre Madrid y Dax habría una longitud virtual de 890,485 kilómetros del proyecto, más el equivalente de 107 kilómetros efectivos existentes entre Alduides y Dax. Para estimar la longitud de éstos es preciso tener en cuenta que la bajada por la vertiente francesa es de una dificultad enorme: el terreno descende tan bruscamente, que sin apelar a túneles helicoidales o circulares será casi imposible disminuir la inclinación de rasante por bajo de 25 ó 30 milésimas. Sus características, aun en el caso improbable de no llegar a 20, no permitirían dar a este ferrocarril un coeficiente virtual igual al del trazado por Almazán-Alduides, mejorando en un 10 por 100, esto es, 2,385, hipótesis que todavía con-

ceptuamos favorable y que equivaldría a considerar la distancia como 255,195 kilómetros virtuales; en conjunto, 1 145,680.

Por la actual línea del Norte, adoptado el coeficiente virtual del Sr. Ruiz López, se obtiene 1 261,66 entre Madrid e Irún, y como la línea de Irún a Dax tiene 45 710,37 metros de rasante que no excede de 4 milésimas, y solamente 40 084,03 que pasan de esa cifra sin llegar a 10, no es exagerado tomar el coeficiente virtual igual a los 0,70 del proyecto oficial, o sea 1,516, pues la resistencia en horizontal de tonelada-kilómetro es de 5 kg, mientras que en rampa de 10 milésimas alcanza 13,72 y en la de 20 milésimas 23,10 kg (1). Con esta hipótesis se obtiene para Irún-Dax 130,06 km. En total, Madrid-Irún-Dax, 1 391 km virtuales; ahora, sabido es que pueden hacerse dos acortamientos de importancia: uno, el Madrid-Somosierra-Burgos, y otro, Vitoria-Zumárraga, aun prescindiendo de este último, como la sección Madrid-Burgos está estudiada con 10 milésimas y tiene sólo 275 kilómetros reales (2), su coeficiente virtual no excederá de 1,6 (mayor que el de Irún a Dax), y el de la sección Burgos-Irún con rasantes de 16 milésimas, inferior a las de 20 existentes en el paso del Guadarrama por Avila, también ha de tenerlo inferior al total; aceptemos 1,8, a todas luces elevado, y resultaría para el trazado Madrid-Somosierra-Alsasua-Irún-Dax 1 059 *kilómetros virtuales*, inferior en 332 kilómetros al que la Comisión oficial estima como definitivo.

Finalmente, hemos de hacer constar que se ha hecho, según nuestras noticias, proyecto definitivo por Almazán y los Alduides y anteproyectos por Soria-Logroño y por Burgos, lo que constituye una marcada injusticia del antiguo régimen, pues resulta elemental que mientras no estuvieran estudiados todos los anteproyectos razonablemente posibles, no se procediera al estudio del proyecto definitivo.

De todo lo expuesto se deduce que la solución completa de las comunicaciones de esta zona sería la construcción de los ferrocarriles Soria-Castejón, Soria-Logroño-Pamplona-Pasajes y Burgos-Somosierra-Madrid, además del Santander-Burgos-Soria-Calatayud, cuya realidad creemos no se hará esperar; y si esta solución resulta costosa para los recursos actuales del Tesoro español, tendrían de momento un gran alivio las necesidades nacionales construyendo, como preconiza nuestro distinguido compañero el Sr. Sánchez Cuervo, los ferrocarriles Burgos-Segovia y Soria-Castejón.

Luis R. ARANGO
Ingeniero de Caminos

(1) Véase la *Memoria* de la Compañía del Norte del año 1920.

(1) Véase nuestro artículo de *Ingeniería y Construcción*, número 7: «Caracteres que deben reunir los ferrocarriles españoles».

(2) La Comisión de Iniciativas había calculado 288,2 km reales, esto es, 13,2 más que los del anteproyecto oficial, lo que prueba la prudencia de sus previsiones. (Véase Anejo número 6 de la Ponencia de dicha Comisión presentada al Congreso Nacional de Ingeniería de Madrid, titulada: «Los ferrocarriles internacionales y la red peninsular.»)