

el que se van perdiendo figuras del más alto relieve", siendo muy de lamentar que tan persistente se muestre la fatalidad, que imponga registrar hoy otra desaparición, en extremo sensible: la de D. Domingo Muguruza, a quien, como profesor, nosotros, que tuvimos la suerte de ser sus discípulos, queremos dedicar unos renglones, expresión sincera y muy cariñosa del grato recuerdo que siempre hemos conservado de sus enseñanzas.

En la Academia de Cervantes, en la época en que eran profesores de ella, además de D. Juan Cervantes, los Sres. Boix, Muguruza, Peironcely y Brockmann, Muguruza nos enseñaba Geometría y también, pues según es sabido era muy artista, Dibujo.

Ignoramos si obedecía a determinado plan pedagógico la enseñanza de la referida Academia, aunque creemos que el verdadero acierto consistió, no en la adopción de un preconcebido método, sino en el hecho de unirse las personas citadas, todas de gran valía, como lo han demostrado en el transcurso del tiempo, confirmando plenamente el que se les confiaron preeminentes cargos; pero de lo que sí tenemos el convencimiento es de que supieron nuestros queridos profesores hermanar tan acertadamente la enseñanza con el trato dado al alumno, que consiguieron que todos sus discípulos los quisieran y respetáramos a un tiempo; que viviéramos todos, con completa unanimidad, unidos invariablemente al maestro y al amigo, ya que no al camarada.

Y si algún profesor extremaba este sabio método de enseñanza tan excelente, que no concebimos pueda existir otro mejor ni de más positivos resultados, fué Muguruza.

Muguruza en muchas ocasiones, y siempre con gran complacencia, nos ayudaba hasta el momento de entrar en el examen, pendiente hasta ese instante de darnos las últimas explicaciones, a cuyo efecto utilizaba, si era preciso, incluso los puños de la camisa, cuando ya no disponía de otro sitio en que trazar una figura o desarrollar determinado cálculo; y luego esperaba la salida del examen, acogiendo con los brazos abiertos, en los que se desplomaba el alumno con gran satisfacción, a aquéllos que habían hecho buen examen, y consolando y reconviniendo al propio tiempo, con dulzura, a los que menos impuestos de la asignatura, o menos afortunados, sólo podían esperar la desaprobación.

Si a estos detalles tan íntimos y tan de agradecer por los jóvenes estudiantes se añade el trato afectuoso con que después—siendo ya hombres e ingenieros—siguió Muguruza favoreciendo a sus antiguos discípulos, nadie podrá dudar del íntimo dolor con que todos sus alumnos hemos de lamentar su desaparición.

Sirvan, pues, estos renglones, muy sentidos, aunque mal trazados, para testimoniar a la viuda del Sr. Muguruza—hermana de nuestro querido y malogrado compañero Pepe Otaño—y a sus hijos, la intensa y leal participación que tomamos en su gran pena, reflejando de este modo, seguramente, el sentir, no ya del Cuerpo de Caminos, donde tan querido y respetado era, sino de cuantos trataron en uno u otro aspecto al inteligente y laborioso ingeniero y caballero bondadosísimo D. Domingo Muguruza e Ibarguren.

Rafael FERNÁNDEZ-SHAW  
Ingeniero de Caminos

## Electrificación de la rampa de Pajares

### PRELIMINARES

por

Ricardo F. Hontoria y José María G. Lomas

Ingenieros de Caminos

No es nuestro objeto, al redactar estos artículos, entrar en el campo de las discusiones técnicas sobre la conveniencia del empleo de unos u otros sistemas de electrificación para los ferrocarriles españoles, ni siquiera extendernos en consideraciones de carácter económico sobre los dos grandes sistemas de tracción—el vapor y la electricidad—. Son éstos, temas ya tratados en nuestro país por personas de reconocida competencia en la materia, y de sobra espigados para que nuestro modesto trabajo, aun rozándolos de pasada, pudiera aportar a ellos algún aspecto nuevo o interesante.

Se limita nuestro propósito a dar a conocer, de la manera más concisa y clara posible, el proyecto y obras en curso de ejecución para la electrificación de la rampa de Pajares, por ser ésta la más importante de cuantas se han intentado hacer en España hasta la fecha y constituir un caso tan típico de estrangulación del tráfico, como consecuencia del trazado de la línea, que en él han de quedar sometidas a prueba decisiva las condiciones técnicas y económicas de una electrificación impuesta por la misma realidad de los hechos.

Respecto a las condiciones económicas de la electrificación, nada puede por hoy decirse, y no es prudente aventurar resultados concluyentes en cuestión sobre la que influyen factores tan diversos como los gastos de interés, amortizaciones, explotación propiamente dicha, conservación, fluctuaciones de tráfico, con los consiguientes del factor de utilización, y aun las mismas condiciones técnicas de la instalación. Claro está que todas las previsiones, basadas unas en la realidad y otras en estudios comparativos, auguran brillantes economías, que en definitiva será esa misma realidad la encargada de afirmar o atenuar, una vez en marcha normal todos los nuevos servicios.

En cuanto a las condiciones técnicas de la electrificación, su bondad quedará, como ya hemos dicho, sometida a dura prueba, ya que difícilmente podrá encontrarse en España otro lugar tan rudamente combatido por la Naturaleza, sumándose a ello características tales de trazado y tráfico que hacen extremadamente penoso el trabajo de hombres y materiales, lo mismo durante el montaje de la instalación que en pleno funcionamiento.

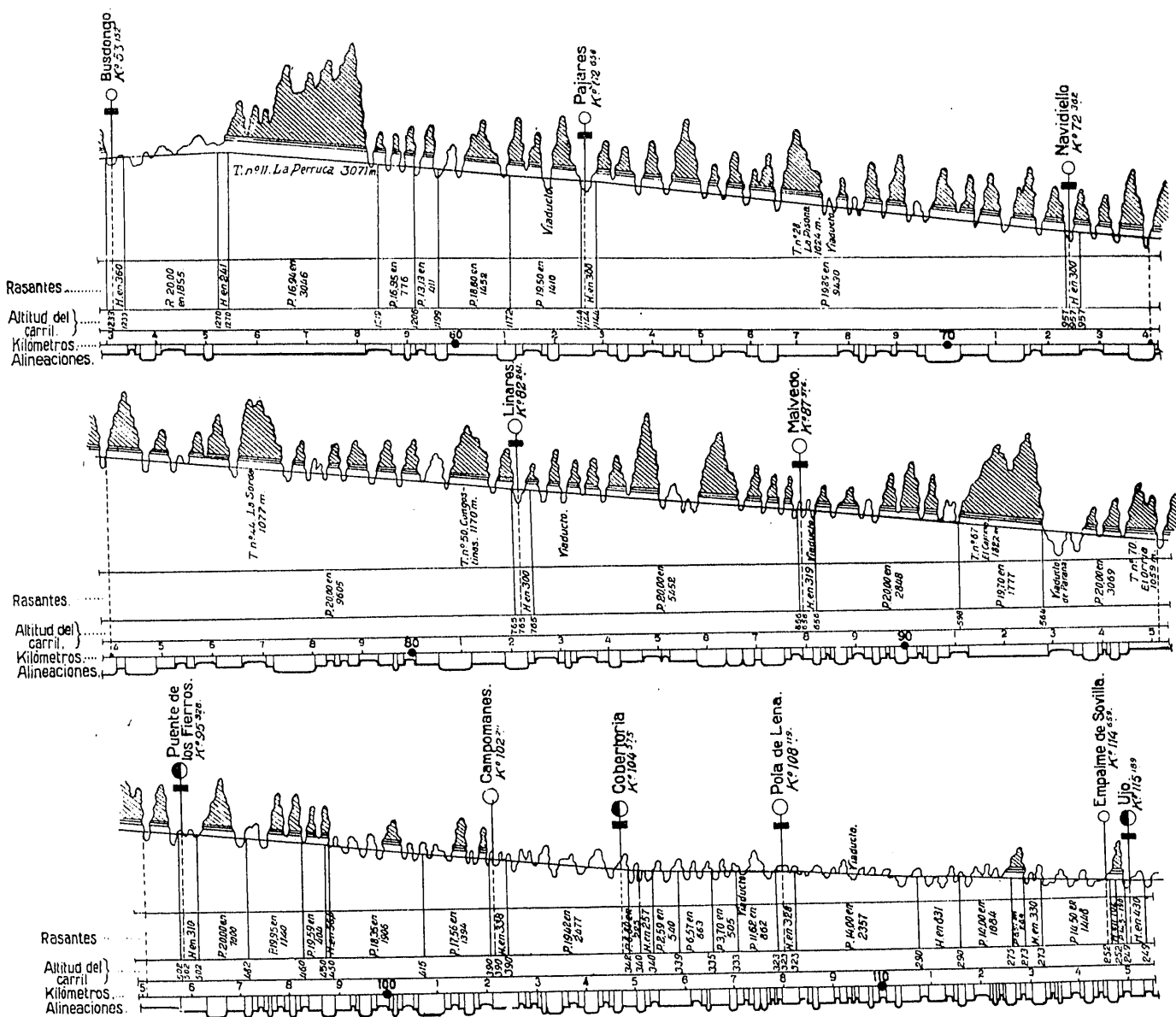


Fig. 1. Perfil longitudinal de la Rampa

Juzgamos por ello interesante exponer de modo breve los trabajos y circunstancias en que se han realizado éstos, y, para mayor claridad, dividiremos nuestro estudio en secciones, comenzando por una ligera reseña del trazado de la línea.

**Descripcion del trazado.**

Se halla enclavado el puerto de Pajares en el corazón del Pirineo Astúrico, formando parte integrante de la divisoria entre la altiplanicie castellano-leonesa y la costa Cantábrica.

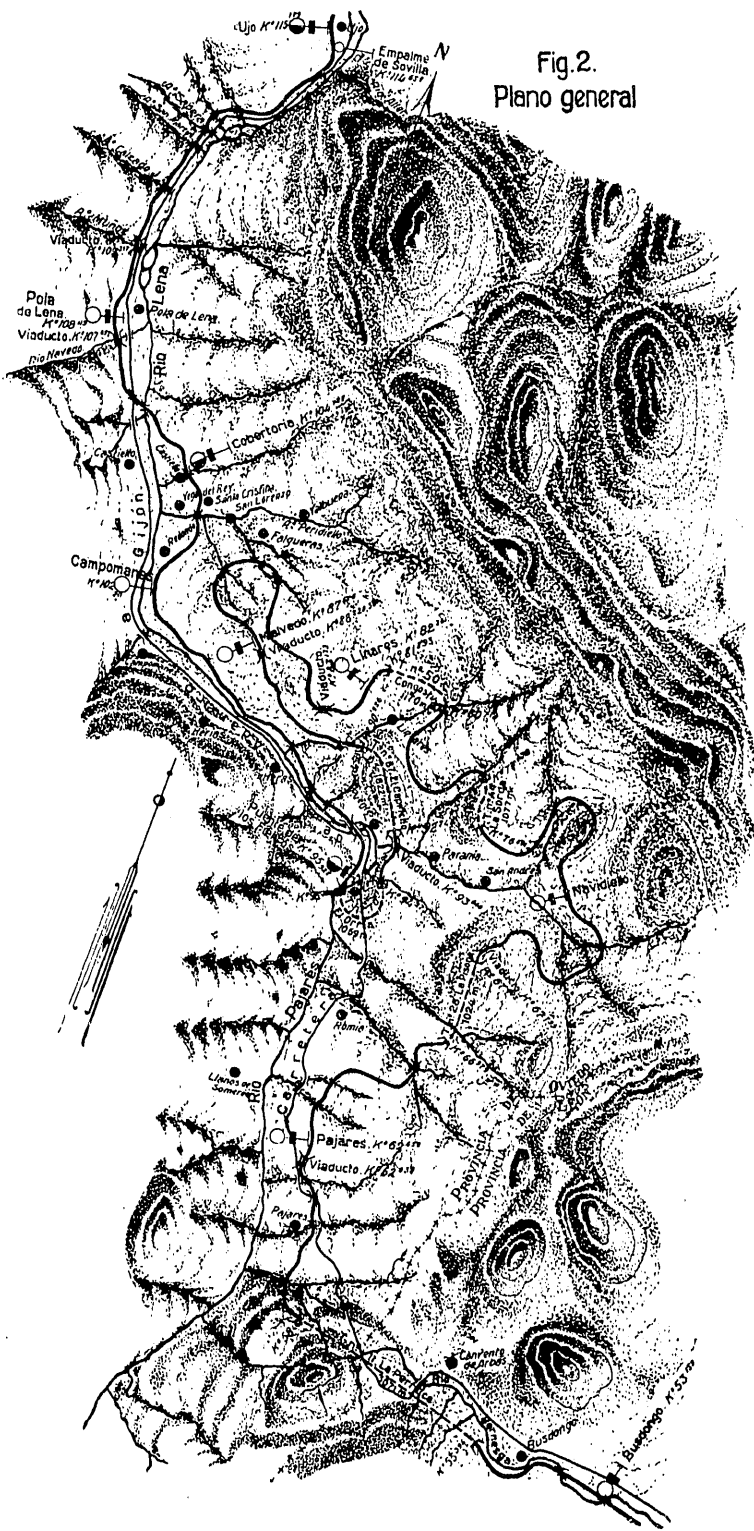
La línea de León a Gijón, perteneciente a la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España, cruza dicha divisoria con uno de los trazados más difíciles y notables de Europa y que, según frase del reputado ingeniero jefe de la General Electric Co., Mr. W. B. Potter, que en el pasado año visitó la línea, constituye un *fine piece of engineering*.

La parte propiamente denominada puerto de Pajares comienza a la salida de la estación de Busdongo (1 234 metros de altura), poco antes de la divisoria, y, cruzando ésta a 1 270 metros de altitud con el túnel de la Perruca (3 071 metros de longitud), llega hasta Campomanes (390 metros); sin embargo, las pendientes de 20 milésimas, que son las máximas y más generales en toda la rampa, llegan hasta cerca de La Cobertoria (350 metros), y desde este punto hasta Ujo (249 metros), la máxima pendiente no pasa de 14 milésimas.

La electrificación comprende desde Busdongo (kilómetro 53,152) hasta Ujo (kilómetro 115,189), o sea, en números redondos, 62 kilómetros de vía única.

El número total de túneles desde Busdongo hasta Ujo es setenta, algunos tan importantes como el ya citado de la Perruca (número 11, 3 071 metros), el Capricho (número 67, 1 822 metros), la Pisona (número 28, 1 024 metros), etc. La longitud de vía

Fig. 2.  
Plano general



tálicas y de fábrica, algunas tan notables como el viaducto de Parana (tres tramos de hierro de 130 metros de luz total) y los viaductos de Burón (tres arcos de 20 metros de luz), Navedo (cinco arcos de 11,50 metros) y otros. La longitud total de los muros de sostenimiento llega a cerca de 4 kilómetros. Las figuras 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup> dan idea del perfil y trazado general de la línea.

### Consideraciones generales.

Limitándonos, como al principio dijimos, a la rama de Pajares, el problema que en ella se presenta es el de la insuficiencia de la capacidad de la línea para el tráfico que en ella se desarrolla, precisando, por tanto, y con el menor gasto posible, aumentar dicha capacidad de modo a satisfacer las necesidades actuales y las que en lo futuro pudieran presentarse como consecuencia del natural incremento de la industria nacional.

Lo primero que se ocurre con este objeto es el empleo de locomotoras de vapor más potentes que las actualmente usadas, capaces solamente de arrastrar por la rama 180 toneladas brutas en tracción sencilla y 320 toneladas brutas en doble tracción por cola. Pero el aumento de potencia lleva consigo una concentración del peso sobre los ejes motores que, aun sin llegar a las exageradas cifras de 30 toneladas por eje, frecuente en los ferrocarriles norteamericanos con el empleo de las monstruosas locomotoras *compound* Mallet, sobrepasaría en mucho la de 15 toneladas a que vienen limitadas las máquinas que circulan por la línea en cuestión como con-



Viaducto de Parana

en túnel suma 25 500 metros entre Busdongo y Ujo, o sea un 41 por 100 del total de la línea electrificada; esta proporción sube al 60 por 100 entre Busdongo y Campomanes (kilómetro 102,211).

El radio más general de las curvas es de 300 metros, llegándose, por excepción, a 200 metros en algunos puntos del trazado (estaciones), y la longitud total de vía en curva alcanza 35 500 metros; es decir, un 52 por 100 de la línea Busdongo-Ujo.

Existen en ésta ciento cincuenta y seis obras me-

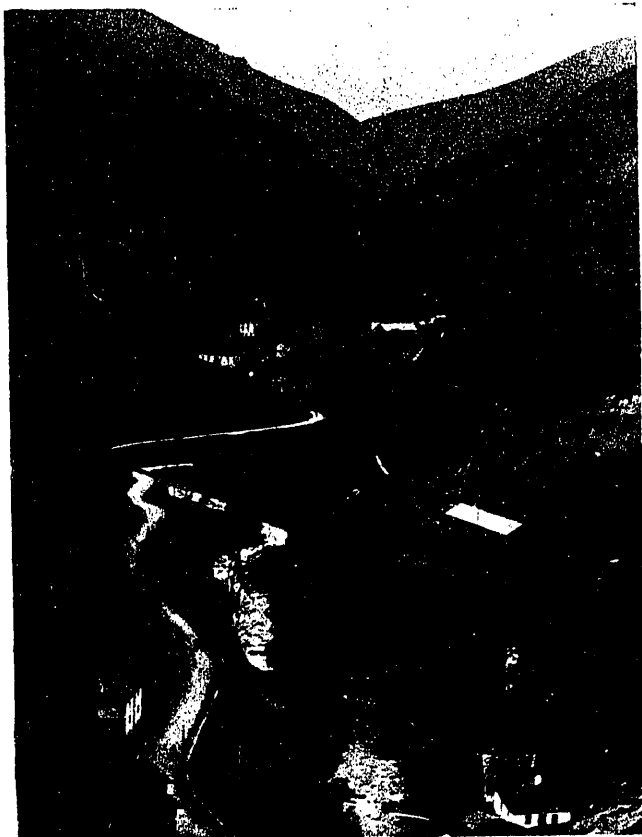
secuencia de las obras metálicas que en ella existen, algunas tan importantes como el viaducto de Parana y el de las Puentes, sobre el río Pajares.

Por otra parte, la repartición del peso en mayor número de ejes motores que los cuatro de las locomotoras actuales, dificultaría mucho la inscripción en las curvas, ya que, como antes hemos dicho,

constituyen éstas el 52 por 100 del trazado, y daría lugar a graves complicaciones para la conservación de la vía; además, el aumento de la longitud rígida de la locomotora llegaría a hacer imposible su circulación por algunos túneles en curvas hasta cerca de 200 metros de radio.

Quizá la única solución, dentro de la tracción por vapor, fuera el empleo de locomotoras articuladas del tipo Mallet, semejantes a las usadas en los ferrocarriles Andaluces, y que dan buenos resultados para pequeñas velocidades; pero, de todos modos, siempre quedaría limitado su peso a las seis toneladas por metro lineal que como máximo admiten las obras metálicas de la línea, y asimismo la capacidad de la rampa por la necesaria ventilación de los túneles como consecuencia de las molestias y peligros que representan los humos, ya que no son raros los casos de asfixia.

Por consiguiente, y deseada la solución de construcción de una doble vía, pues que al enorme coste que arrastraría consigo uniría algunos de los inconvenientes anteriormente enumerados, se presenta como solución más racional y práctica la sustitución de la tracción a vapor por la eléctrica, que permite, a igualdad de peso en las locomotoras, alcanzar una potencia 50 por 100 mayor en las eléctricas, consiguiéndose, además, la eliminación de los humos y otras ventajas técnicas importantes, como son el mejoramiento del coeficiente de adherencia a causa de la continuidad del par motor (aumento que llega al 20 por 100), las mayores velocidades que pueden lograrse y la menor resistencia propia que a la tracción presentan los motores eléctricos; en suma, su mejor



Puente de los Fierros  
Vista general

dobles tracciones produce la descomposición del servicio.

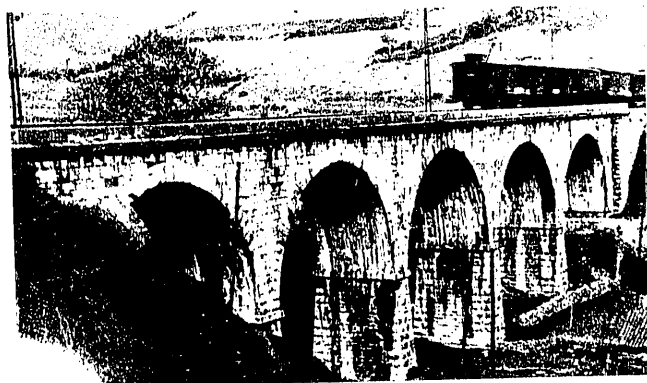
Por otra parte, las reducidas velocidades que pueden alcanzarse, la necesidad de intercalar en el gráfico de marchas los servicios de viajeros (1) y la imperiosa precisión de tener el puerto cerrado durante determinadas horas de la noche para atender a la conservación de la vía, impiden la circulación de mayor número de trenes.

La capacidad de la rampa resultaba ya insuficiente para el tráfico de carbón hacia el interior antes del año 1915, y aumentando aquél de modo enorme como consecuencia de la guerra europea, se llegaron a producir congestiones del tráfico que dieron lugar a perturbaciones graves en toda la línea.

Por otra parte, el cargue de carbón en las estaciones de las líneas del Norte desde el pie de la rampa hasta la costa, llegó en el año 1915 a la cifra de 1 511 000 toneladas netas (75 por 100 del cargue total de mercancías), y según las previsiones hechas en el citado año para el aumento de la producción carbonífera en Asturias, dicha producción debería llegar en el año 1917 a la cifra probable de 1 000 toneladas diarias, estimándose que el cargue en las estaciones de las líneas del Norte alcanzaría un 65 por 100 de la producción total y cargándose un 20 por 100 en el ferrocarril de Langreo y el 15 por 100 restante en el Vasco-Asturiano.

Perturbaciones de carácter social, que influyeron de modo extraordinario en los transportes y afectaron íntimamente a la producción, hicieron que ésta

(1) El movimiento anual de viajeros es próximamente 148 000 en ambos sentidos.



Viaducto de Navedo

rendimiento técnico, y, en este caso, también económico, aun teniendo en cuenta el del resto de las instalaciones eléctricas.

### Capacidad actual y tráfico de la Rampa.

La capacidad actual de la rampa solamente permite subir 4 248 toneladas brutas diarias, remolcadas en catorce circulaciones, de las que doce son en doble tracción por cola. Con las catorce circulaciones en doble tracción por cola se llegan a subir 4 536 toneladas brutas; pero este tráfico no puede sostenerse más de dos o tres días consecutivos, al cabo de los cuales el regreso de todos los motores que dan las

bajara a 3 075 000 toneladas y que fuera aún mayor la reducción experimentada en la proporción del tonelaje que, transportado por el Norte, subió la rampa; proporción que no excedió del 38 por 100, a causa, principalmente, de la falta de elementos para subir por el puerto todo el tonelaje que permitía la capacidad de la línea.

Sin embargo, estas bajas se estimaron pasajeras, y para el cálculo del futuro tráfico en la rampa de Pajares hecho en el año 1918 se partió de una producción inmediata de 10 200 toneladas diarias y de un aumento de producción para los tres años sucesivos de un 30 por 100, habida cuenta del gran número de minas en condiciones de explotación, que en esa época llegaba en Asturias a doscientas veinticinco, y de las grandes instalaciones y mejoras que llevaban a cabo las principales Sociedades mineras, como Duro Felguera y otras del valle de Mieres.

El cargue por el Norte supúsose llegaría a un 70 por 100 de la total producción, lo que equivalía a un transporte de 9 275 toneladas de carbón diarias, de las que, una vez aumentada la capacidad de la línea, se transportarían al interior el 55 por 100, o sea 5 100 toneladas, y el 45 por 100, ó 4 175 toneladas para embarque. Si se tiene en cuenta la tara de los vagones y el resto de las mercancías cargadas hasta el pie de la rampa, el peso neto del carbón a subir por ésta representa el 50 por 100 del tonelaje bruto total, lo que completa hasta la cifra de 10 000 toneladas brutas diarias el tonelaje previsto para la rampa de Pajares.

El tráfico descendente es, en tonelaje bruto, apro-

ximadamente, 3/7 del ascendente, y compuesto, en su mayor parte, de material vacío que vuelve al cargue.

Desgraciadamente, estas previsiones no han llegado a cumplirse, ya que la producción hullera asturiana no sólo no ha aumentado a tenor de lo esperado, sino que ha disminuido de modo considerable. Sin entrar en indagaciones sobre las causas de esta disminución, señalaremos dos principales: el elevado coste del arranque del carbón como consecuencia de la reducción de la jornada de trabajo en las minas y de los aumentos de salarios, y la competencia extranjera, que se hace sentir principalmente en los centros de consumo del litoral español.

A fin de contrarrestar ésta y aliviar en lo posible la precaria situación actual de la mayoría de las minas de carbón, se ha extendido a ellas la protección oficial en un reciente Real decreto que establece la concesión de subvenciones a los carbones minerales de producción nacional, mediante una prima de 2,50 pesetas por tonelada de carbón producido, cualquiera que sea su destino, y otra que varía de 3,25 a 5,50 pesetas por tonelada, en concepto de bonificación por transporte al litoral de los carbones que se conduzcan por ferrocarril o en régimen de cabotaje desde las cuencas carboníferas a las provincias marítimas o sean embarcados para exportación.

Es de esperar que estas y otras medidas, así como la continuada tendencia a la normalización, estimulen la producción nacional y no queden en meras utopías las previsiones anteriormente consignadas.

Ricardo F. HONTORIA y José María G. LOMAS  
Ingenieros de Caminos

## Memorias de la Escuela de Caminos

Una simple exposición, especie de registro, por orden cronológico, de las empresas guerreras acometidas por los caudillos, reyes o emperadores que en las diversas épocas concentraron en sus manos el dominio y gobernación de los pueblos; relatos adornados muchas veces con incidentes más o menos interesantes de la vida íntima de aquellos personajes, sus ceremonias y frases célebres, anécdotas y leyendas: tal ha sido en los primeros tiempos la Historia de las Naciones.

Criterio tan estrecho, rudamente combatido desde los comienzos de la llamada Filosofía de la Historia, ha ido desapareciendo, lentamente primero, más rápidamente después, dilatándose las lindes del campo histórico con la inclusión en él de las instituciones políticas, leyes y actos de los gobiernos, todo lo que afecta a la vida intelectual, moral y material de las naciones, y hasta el carácter y fisonomía peculiar de cada pueblo.

Mucho es lo hecho en estos últimos años en España por lo que a literatura, arte, religión, filosofía y aun a estudios científicos se refiere, pero en orden a los intereses materiales, los trabajos son escasos e incompletos.

Ya lo dice el ilustre ingeniero de caminos D. Pablo de Alzola, en su estudio histórico sobre *Las Obras Públicas en España*, y por eso quiso llenar el vacío

que en cuestión tan interesante echó de ver, con la publicación de aquella obra, por tantos conceptos notabilísima.

Se procede en la ciencia histórica de modo análogo al adoptado en las ciencias físicas cuando, para determinar las leyes por las que se rige un fenómeno cualquiera, se emplea el método experimental.

Lo primero son los hechos: una estadística numerosa, cuanto más mejor, de observaciones y experimentos; después viene la ley que clasifica, ordena y explica.

Pero, así como en las ciencias físicas cuanto mayor es el número de variables a tener en cuenta, la ley objeto de investigación es más precisa y más exactos los resultados de su aplicación, así también, cuanto mayor sea el número y más variados los campos de observación histórica, más fácilmente se explican los sucesos y su encadenamiento, y cabe llegar hasta precisar, más o menos rigurosamente, algo que bien pudiera llamarse también *ley histórica*.

Es un campo de investigación, quizá de los más fecundos, todo lo que se relaciona con los intereses materiales, y en primer término con las obras públicas, por su directo y decisivo influjo en el engrandecimiento de la riqueza nacional.

Pero en ese campo hay una parcela interesante. En la documentación histórica que forma el legajo