

CONSTRUCCION DEL CAMINO DE BENGUET

EN LUZON (ISLAS FILIPINAS) (1)

Una de las obras más notables de ingeniería ejecutadas en las islas Filipinas desde la ocupación de las mismas por el Gobierno de los Estados Unidos, es indudablemente la carretera que conduce desde Dagupán, en el golfo de Lingayén, hasta Baguís, en la provincia de Benguet, situado unos 50 kilómetros al interior. La capitalidad del Gobierno civil de Filipinas se estableció en Baguío durante la época de los fuertes calores, para no tener que aguantar la insoportable temperatura de la costa. Baguío está aproximadamente á unos 240 kilómetros al Norte de Manila, y siendo su altitud sobre el nivel del mar unos 1.500 metros; goza de un clima bastante templado. Dagupán está en comunicación por ferrocarril con Manila; pero antes de la construcción de esta carretera el viaje de Manila á Baguío se hacía por mar hasta San Fernando de la Unión, una distancia de 380 kilómetros. Desde allí se seguía por el valle del río Naguilián y de pequeños afluentes del mismo en una distancia de 70 kilómetros. El viaje por tierra se hacía tomando en Dagupán un malísimo camino que seguía á lo largo de la costa hasta Baoang y Naguilián, una pesada y molesta jornada á caballo de 180 kilómetros, en la que se empleaban por lo menos tres días. El viaje completo puede realizarse, desde la terminación de la carretera, en quince horas y media, incluidas las ocho horas y media que se tardan en recorrer los 196 kilómetros del ferrocarril de Manila á Dagupán.

El nuevo camino mide una longitud total de 72 kilómetros, subiendo en esa distancia una altura de 1.480 metros. El terreno que atraviesa el camino en los 20 primeros kilómetros no es exageradamente quebrado y no exige salirse de los sistemas corrientes de construcción; el desnivel total en esta obra es de 280 metros. El resto del trazado se desarrolla sobre un terreno sumamente quebrado y las obras del camino tropezaron con dificultades que ofrecían las condiciones físicas y topográficas del país, sino también la carencia de medios de transporte de materiales y de viveres, la imposibilidad de encontrar operarios inteligentes y prácticos y lo riguroso del clima, por lo menos durante la mitad del año, hicieron sumamente difícil la construcción de esta parte del camino.

Las laderas sobre las que se apoya la carretera son muy escarpadas, llegando en muchos sitios á tener una pendiente de 1 por 1 en varios centenares de metros por encima de las vaguadas. Estas laderas, formadas de pizarras compactas, se hallaban cubiertas de espesos bosques de grandes árboles. En algunos trozos estaban constituidas por rocas inaccesibles. Las sendas de los naturales subían por estos valles, cruzando las corrientes sobre troncos, que con frecuencia eran arrastrados por las crecidas.

Estas sendas cruzaban por encima de las montañas por tortuosas veredas; cuando tropezaban con laderas acantiladas, algunos de los contrafuertes cruzados de esta manera alcanzaban alturas de más de 400 metros. Los materiales y provisiones para los primeros trabajos se acarrearón por estos senderos en fardos llevados á hombros por los igorotes, de quienes también se hizo mucho uso en la ejecución de los trabajos. La altura media anual de la lluvia que cae en esta región pasa de 2,50 metros, la cual puede decirse que sólo cae durante seis meses del año. Una altura de lluvia de 150 milímetros en veinticuatro horas, no es excepcional, y la naturaleza del terreno por donde se desarrolla el trazado hace el desagüe muy lento. No obstante, una caída de agua de 250 milímetros en veinticuatro horas, produce una avenida. Durante la construcción, la lluvia excedió varias veces de

esta cantidad, y en varias ocasiones llegó á 450 milímetros de altura en veinticuatro horas.

El camino tiene un ancho uniforme de 4,27 milímetros (14 pies ingleses), habiéndose ejecutado casi toda la explanación sobre una banqueta cortada en la ladera.

Se ha construido contando con la eventualidad de que más adelante se pueda establecer una línea para tranvía eléctrico de trole, no bajando el radio en las curvas de 100 pies (30,48 metros). Aunque el camino tiene que salvar un desnivel de 1.200 metros en menos de 32 kilómetros, la mayor pendiente no excede del 9 por 100, llegándose á este límite únicamente en sitios excepcionales y en cortas distancias. Las tajeas para el desagüe de las lluvias estaban espaciadas entre sí unos 180 metros y á veces menos. La sección del camino generalmente adoptado tenía una cuneta por la parte de fuera. La explanación iba sostenida en muchos sitios por muros de gran altura de mampostería en seco ó con mezcla.

Se empezó por talar el arbolado. Después de cortados los árboles se arrastraban hasta colocarlos en un sitio donde no hubiera peligro que resbalasen por la ladera. Las formaciones de pizarra se hallaban tan descompuestas que en algunos sitios fué preciso dar mucha inclinación á los taludes con respecto á la vertical para evitar desprendimientos durante las fuertes lluvias. Algunos taludes llegaron á tener más de 90 metros de longitud por encima de la explanación y uno alcanzó hasta 240 metros. También fué preciso quitar algunas peñas sueltas para evitar el peligro de que cayeran sobre el camino. Los operarios se sostenían sobre estos riscos por medio de cuerdas, y empezaban por abrir taladros en la roca en los que se introducían clavijas de hierro, sobre las que se colocaban unos tablones, formando andamios, desde los cuales trabajaban hasta tener una banqueta de anchura bastante en que apoyarse. Para hacer los taladros para barrenos se emplearon varios tipos de perforadoras americanas. Parte del material para pequeños terraplenes se transportó en carretillas. Se hizo también una vía estrecha con carriles de madera por la que circulaban volquetes hechos á mano, con ruedas de madera, que se usaban para el transporte de tierras. Sin embargo, la mayor parte la obra iba en trinchera, que se ejecutaba con barrenos, cayendo los materiales al fondo del valle.

Las laderas estaban en muchos sitios surcadas por profundos y angostos barrancos, cuyo fondo era casi tan escarpado como las mismas laderas. El camino cruza generalmente estos barrancos sobre terraplenes que se apoyan en muros de sostenimiento. Para la construcción de estos muros se empezó por enrasar á nivel su emplazamiento, sobre el que se construyó una sólida plataforma de hormigón armado en toda la longitud de la fundación, bien empotrada en la roca, á fin de proporcionar una hilada estable. Los muros se construían entonces sobre estas plataformas, bien de mampostería en seco ó de mampostería con mezcla, dependiendo esto de la naturaleza de los materiales de que se disponía y del talud de la ladera sobre la que se construía el muro. El asiento de los muros en seco se hacía con alguna inclinación hacia la ladera para mayor seguridad. Los muros con mezcla tienen en muchos sitios una albardilla de hormigón de unos 30 centímetros de espesor para defenderlos de las aguas.

El método característico que se empleó para conducir las aguas de las tormentas que bajaban por pequeñas arroyadas consistía en prolongar las cunetas de la parte interior del camino hasta un punto bajo del muro donde cruzaban el camino por una tajea de hormigón, cuyo desagüe estaba dispuesto de manera que no pudieran producirse socavaciones en el muro. Si las aguas del barranco eran muy abundantes no podía seguirse este método y se cruzaban por medio de un arco.

Los arcos se construían generalmente con dovelas de hormigón de la misma longitud que el arco. Los estribos y las aletas de los arcos pequeños se construyeron de mampostería con mortero. Los de los grandes arcos se hicieron de hormigón. En

(1) Los primeros estudios de este camino fueron hechos por los Ingenieros de Caminos D. José Cabestany y D. José Herbeila. Estando ocupado en estos trabajos fué hecho prisionero el Sr. Cabestany con todo el personal á sus órdenes, por los insurrectos filipinos.

parte de las obras se empleó el cemento Green Island Portland, fabricado en Hong-Kong, y en el resto se usó cemento Atlas Portland. El cemento americano costaba, puesto en Manila, 2,30 pesos el barril; pero teniendo en cuenta el excesivo valor de los fletes desde allí y las dificultades para el transporte desde el extremo del ferrocarril a las obras, el coste medio de un barril no bajaría de 5,50 pesos. La arena y la gravilla ó piedra partida se encontraban en la localidad, aunque en ciertas secciones la arena buena escaseaba. La cal se fabricaba en un horno construido en comunicación con las obras.

Hubo necesidad de construir gran número de puentes para el paso de los barrancos profundos, en los que no era posible hacer terraplenes por la abundancia de las aguas de tormenta. Se construyeron muchos puentes de madera con el propósito de irlos reemplazando con otros de acero.

Los pequeños barrancos se cruzaban con puentes de madera apoyados sobre palizadas de pilotes ó caballetes de madera. Las palizadas de pilotes se componían en general de dos pilotes inclinados en los lados y uno á plomo en el centro, uniendo sus cabezas por una carrera de madera. Los pilotes se empotraban en unos zócalos de mampostería. Los tableros de todos los puentes y los caballetes de madera fueron contruidos con pino de Oregón. Resultaba más barato comprar la madera labrada en este país y transportarla á Filipinas que adquirirla en la localidad, donde, aunque abundan maderas excelentes, los primitivos métodos de labra, con sierras de mauo, aumentan excesivamente su coste. Algunos de los caballetes sostenían armaduras del sistema Pratt con varillas de hierro para atirantar la parte inferior de las vigas.

Un corto número de puentes de palizadas de pilotes, tenían sólo éstos por uno de los lados apoyándose el otro directamente sobre la ladera, y se construyeron en sitios donde la fuerte inclinación de la ladera hacía difícil la ejecución de un muro de sostenimiento. Los pilotes se colocaron verticalmente, enlazándolos fuertemente á las laderas por medio de tirantes de hierro empotrados en la roca.

Para cruzar el río principal hubo necesidad de construir algunos puentes colgados, en los que el tablero iba suspendido de dos cables de alambre de acero apoyados sobre castilletes de madera. Las luces de estos puentes variaban entre 38 y 57 metros, y los tableros, que tenían un ancho uniforme de 3,05 metros, se apoyaban sobre vigas longitudinales, que á su vez iban sobre unas piezas transversales, suspendidas por sus dos extremos por medio de cables metálicos, de los cables principales. Cada puente tenía dos cables principales, uno de cada lado. Los aparatos de apoyo de los cables consistían en unas poleas de madera dura fuertemente sujetas á los castilletes.

El amarre de los cables se hacía casi siempre en la roca firme. Se practicaban en la roca 6 ó 8 ocho orificios de 5 centímetros de diámetro en dos hileras transversales en las que se introducían barras de hierro con su extremidad inferior en forma de cuña, y se rellenaban después con una mezcla adecuada. Los extremos superiores de estas barras estaban en línea con los cables y pasaban á través de unos agujeros practicados en unos maderos de 30 x 30 centímetros de escuadría, sujetándoles en esta posición. En algunos casos el amarre se hacía á unas viguetas de acero en doble T. Los extremos de estas viguetas se cargaban con gruesas piedras y á ellos se aseguraban las barras de hierro á las que se amarraban los cables. Estas barras se colocaban con una inclinación de 45 grados en la parte comprendida desde su extremo superior hasta una traviesa de madera embutida en el macizo del hormigón.

La construcción de todos estos puentes se hizo con la mayor rapidez posible, y con la resistencia suficiente para las necesidades del tráfico, hasta que puedan hacerse obras más permanentes. La falta de operarios prácticos, obligó al empleo de los métodos más sencillos, pero todos los puentes han resistido satisfactoriamente al tráfico.

Uno de los mayores obstáculos con que se tropezó fué la di-

ficultad de encontrar buenos braceros. Durante la mayor parte del tiempo que duraron las obras, había empleados de 4.000 á 5.000 hombres de 46 nacionalidades diferentes. El mayor número eran los indígenas que ascendían á 2.500. Se emplearon también gran número de japoneses, que resultaban buenos trabajadores. Muchos de los puentes de carpintería y de fábrica y muros de sostenimiento fueron ejecutados por éstos. Era gente muy intrépida y no hubo dificultad alguna en llevarlos á los sitios más peligrosos.

Los operarios estaban distribuidos en varios campamentos en los que se observaba la más estricta disciplina con el fin de evitar epidemias. Cada campamento estaba bajo la inmediata dirección de un capataz americano, el cual tenía completa jurisdicción sobre estos asuntos y sobre la forma en que trabajaban los obreros á sus órdenes, siendo directamente responsable ante el Ingeniero encargado de la obra. Los operarios blancos llamados generalmente americanos, aunque procedían de todas las partes del mundo, tenían cuarteles aparte para ellos. Asimismo los japoneses y los naturales estaban en cuarteles separados. Durante el tiempo seco se usaban gran número de tiendas de campaña que se reemplazaban en la época de lluvias con casetas con cubiertas de bardas que llenaban perfectamente su objeto. En general se encontraba buen agua y sitios á propósito para los campamentos. Aunque se presentaron algunas enfermedades, no adquirieron importancia bastante para interrumpir las obras, sirviendo estos pequeños contratiempos de experiencia para mantener la debida disciplina entre los operarios, una vez establecida ésta.

El camino fué trazado y construido bajo la inmediata inspección del Coronel Kennon, del 34 th. Voluntier Infantry, U. S. A., en representación del Gobierno civil de las islas Filipinas. El Coronel Kennon no solamente inspeccionó las obras, sino que también proyectó y dirigió personalmente la construcción de los puentes.—H.

El *Western Electrician* refiere que en Indiana, una línea telefónica ha experimentado una perturbación considerable, que se atribuye á la interposición de un ferrocarril eléctrico, con corriente monofásica, que ha empezado á funcionar recientemente en ese distrito inmediato á la línea telefónica. La Compañía propietaria del teléfono, ha tenido precisión de trasladar los alambres en los sitios en que corrían paralelos á la vía, y entablará un litigio si la Compañía del ferrocarril no la indemniza de estos gastos. Entre tanto se están haciendo experimentos con el fin de encontrar un procedimiento que evite estas interposiciones.—H.

LAS TURBINAS DE VAPOR

El profesor Riedler publica en la *Zeits. des. Ver. Deutsch. Ing.* del 4 y 18 de Agosto un estudio general sobre las turbinas de vapor y sus progresos. Este estudio empieza por una reseña histórica de esta invención, demostrando por qué razones teóricas y prácticas no se ha podido construir una turbina que funcionase en condiciones satisfactorias hasta fines del siglo XIX. El autor da á continuación algunas indicaciones teóricas sobre el funcionamiento de estas máquinas, que divide en tres clases: turbinas de reacción pura, de las que no se ha construido ningún modelo hasta hoy; turbinas de acción pura, tipo Laval, y turbinas mixtas de acción y reacción, tipo Parsons, que son las más extendidas actualmente.

Analizando lo que pasa en su interior y las diferencias que resultan en su rendimiento por el hecho de la adopción de compartimientos para expansión múltiple, y de la multiplicación de coronas en cada compartimiento, en cada una de las cuales se utiliza una parte solamente de la fuerza viva del vapor, el autor demuestra que parece existir ventaja en aumentar la caída