

anular, comprendido entre los dos conductores.

Otra circunstancia que influye en el aprovechamiento de la energía, es la mayor resistencia que los conductores oponen á las corrientes alternativas que á las continuas. Cuando una corriente alternativa recorre un conductor, su densidad es mayor en la superficie que en el centro del conductor; y, por consiguiente, esto hace que la sección útil que haya de influir en la resistencia sea, á igualdad del diámetro del alambre, menor que en el caso de las corrientes continuas, y que por ende, la resistencia que oponga el alambre sea mayor. De esta tendencia de las corrientes alternativas á acumularse en la superficie exterior de los conductores, se deduce que la forma más racional de éstos sería aquella que aplicase la masa total del conductor á los puntos donde es mayor la densidad eléctrica, quitándola de aquellos otros donde sea nula; es decir, que la forma más racional sería la tubular, consecuencia que ya habíamos obtenido antes y á que ahora llegamos partiendo de principios diferentes.

M. Potier ha dado, teniendo en cuenta todas estas circunstancias, una fórmula que expresa la relación entre la resistencia R_a de un conductor á las corrientes alternativas de período T , y la de R_c del mismo conductor á las corrientes continuas. Dicha fórmula es la siguiente, siendo en ella l la longitud del conductor.

$$\frac{R_a}{R_c} = 1 + \frac{1}{12} \frac{l^2}{R_c^2} \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 - \frac{1}{180} \frac{l^4}{R_c^4} \left(\frac{2\pi}{T} \right)^4 + \dots$$

Esta fórmula da un aumento de resistencia de 2,5 por 100 para un hilo de 15 mm. de diámetro á la frecuencia de 80, y de un 8 por 100 á la frecuencia de 133. Teóricamente, la resistencia R_a calculada por la fórmula anterior, es la que habría que multiplicar en el caso de las corrientes alternativas, por el cuadrado de la intensidad eficaz, para obtener la pérdida de energía ocasionada en el conductor por el efecto Joule; pero en la práctica, cuando se trata de diámetros de pocos milímetros, se toma como valor de la resistencia el de la que opone el conductor á las corrientes continuas, sin que esta sustitución traiga aparejado error sensible, según podría verse en la fórmula anterior, poniendo en vez de R_c su valor $\rho \frac{4l}{\pi d^2}$.

Pasemos ya á determinar la energía perdida en el trayecto que media entre el punto de obtención de la electricidad y el en que empieza á distribuirse por la red urbana, no pudiendo extender nuestros cálculos á toda la línea por faltarnos una porción de detalles que serían precisos para ello, y además, porque más bien que pretender hacer un estudio acabado de la instalación eléctrica, nos hemos propuesto tan solo dar una idea general de ella.

La pérdida de energía debida al efecto Joule, está representada, según se sabe, por la expresión RI^2 .

Determinemos los valores que en el caso presente tiene cada uno de los términos de la citada expresión. Ya hemos visto que el valor de I era 17 amperes, de modo que el valor de su cuadrado será de 289. El valor de R para la sección de 9 mm² y km. de longitud es de 1,70 ohms; de modo que para los 12 kilómetros (6 de ida y 6 de vuelta) la resistencia será de 20,4 ohms, y en total la pérdida de energía será de 5.780 watts, que viene á ser el 7 por 100 de la energía disponible en los polos de las dinamos. La pérdida de tensión entre los mismos puntos vendrá representada por la expresión RI , es decir, que será igual á 340 volts.

La distribución de la energía á los particulares se hace por medio de transformadores en derivación sobre la línea. Como ésta es trifilar, los transformadores se enlazan alternativamente con uno y otro circuito y se procura que la energía que exija cada uno de los grupos, sea igual á la del otro. Cada transformador sirve el grupo de abonados que habita una manzana. La disposición de las manzanas ha sido aprovechada para resolver económicamente el problema del abastecimiento de la electricidad á los abonados. Del transformador situado en cada una de ellas arranca el circuito secundario, el cual penetra en el patio central de grandes dimensiones que tiene la manzana y se extiende por todo él, apoyándose en aisladores sujetos á las fachadas interiores de las casas. Evitase, por consiguiente, con esta disposición, la apertura de una zanja á todo lo largo de las fachadas exteriores de la manzana, zanja que estaría destinada á recibir el circuito secundario en el caso de que no se hubiera aceptado la disposición anteriormente mencionada. Tampoco hay que ocultar que la disposición adoptada en San Sebastián exige la concesión graciosa por parte de los dueños de las fincas de ciertos derechos que en lo porvenir pudieran sufrir menoscabo, con daño desde el punto de vista económico de la sociedad explotadora de la instalación eléctrica. Los transformadores antes citados rebajan la tensión á 110 volts.

Esta es, á grandes rasgos, la nueva instalación de alumbrado eléctrico en San Sebastián, la cual, si bien en general no se aparta de los moldes para este género de instalaciones establecidos, sin embargo, en ciertos detalles, ofrece algunas condiciones especiales por las que nos ha parecido digna de ser estudiada y conocida.

JUAN VÍCTOR PRADERA.

FERROCARRIL DE PAMPLONA Á IRUN (1)

Descripción hidrográfica.

La divisoria que pasa por la montaña de Navarra separa las aguas del Mediterráneo y del Cantábrico, determinando las vertientes á las cuencas del Bidasoa y del Ebro.

(1) Véase el número 10.

Entre los afluentes del segundo, por su margen izquierda, uno de los más importantes es el río Aragón, que aumenta á su vez su caudal cerca de Fúnez, y por su margen derecha con las aguas del Arga. De éste es también tributario por su margen derecha el Ulzama, á 5 kilómetros de Pamplona y en término de Villalba.

El trazado se desarrolla hasta Villalba, en la cuenca del Arga, y de Villalba á la divisoria en la secundaria de aquélla correspondiente al río Ulzama; estos dos ríos, pues, no son los que exigen nuestro estudio.

La longitud desarrollada del cauce del Arga es de 161 kilómetros, en dirección de N. á S., en un tramo comprendido entre Villalba y Vidaurreta, pasando por Pamplona, en que va de S. á O. Los aforos practicados en el estiaje han dado los resultados siguientes:

	Litros por segundo.
En la confluencia con el Aragón.....	3.404
En Miranda de Navarra.....	2.269
En Mendigorria, aguas arriba del Salado..	3.605
En Puente la Reina, ídem íd. del Kobo....	3.396
Por cima de la confluencia del Larraun....	1.265
En Pamplona, aguas arriba de la confluencia del Ulzama.....	935
En Zubiri.....	1.129

La dirección del Ulzama es de N. á O., en toda la longitud de su cauce, que, desarrollado, se puede fijar en 45 kilómetros. El aforo de su desembocadura en el Arga (acequia de Villalba) dió 421 litros por segundo.

Desde Villalba á Ostiz no recibe el Ulzama refuerzo alguno de curso constante. Las aguas de lluvia y las de pequeños manantiales van á él por caceras de riego ó de separación de fincas de distintos propietarios. En Ostiz se reúnen las aguas de dos arroyos ó ríos que proceden de la parte alta de la cuenca constituida por numerosos manantiales y barrancos y arroyadas de reunión, pero ya desde Ostiz la denominación de Ulzama, con relación al río, desaparece, y cada curso toma el nombre del pueblo de más importancia por que pasa ó cada porción de los términos municipales por que atraviesa.

De la vertiente septentrional no nos interesan más que los ríos Elgorriaga y Bidasoa, porque si bien este último tiene afluentes de importancia, como nuestro trazado va por lo alto de la ladera, los corta á todos en su origen, cuando no son sino arroyos que más son para tenidos en cuenta por el surco que abren en el terreno que por el desagüe que se haya de dar á las obras de fábrica con que se salven.

La mayor parte de la cuenca del Bidasoa pertenece á la región septentrional de Navarra, y el resto á la del Nordeste de Guipúzcoa.

Proviene sus primeras corrientes de los collados de Maya Izpegui Berderitz y de las vertientes orientales de los montes Azpilicueta (Navarra); dirigese hacia el Sur por Maya Errazu, Arizcun y Elizondo,

punto en el cual tuerce bruscamente al Oeste, continuando por Garzain, Arrayoz y Oyeregui, hasta Santesteban. En este punto cambia el rumbo del lecho del río hacia el Norte, dirigiéndose á Sumbilla, después del cual entra en territorio de las cinco villas y sale de éste por el término de Vera. Inclínase algo al Nordeste, llegando al puente de Endarlaza, desde cuyo punto hasta Fuenterrabía sirve de separación á la provincia de Guipúzcoa y Francia.

En los aforos llevados á cabo en el estiaje de 1894 se ha obtenido el gasto de 6.540 litros por segundo.

El río Elgorriaga nace al pie del pico de Gorriti, y se reúne al Bidasoa por su margen izquierda en Santesteban. No tenemos aforo de este río, y el cálculo del desagüe de los puentes lo hemos hecho en vista del que tienen los hoy existentes en Santesteban y Elgorriaga, y de la altura alcanzada por las aguas en estas obras durante las mayores avenidas.

Descripción topográfica.

Saliendo de Pamplona atraviesa el trazado una zona que llega hasta Ostiz, que es eminentemente agrícola, de suelo profundo, dedicado al cultivo de cereales principalmente; las elevaciones son pequeños cerros redondeados y las depresiones suaves. El lecho del río es constante y poco profundo, su valle abierto, sin que en ninguna de las riberas haya reuniones de agua de importancia, consistiendo esta únicamente en caceras colectoras de las que corren por la cuenca. No es, sin embargo, uniforme el terreno, por darle relieve la pendiente general del Mediodía con cerros y lomas y vallejitos que entre ellos se forman.

Desde Ostiz se puede decir que empieza la montaña: el terreno es accidentado, los surcos formados por las aguas están separados por levantadas divisorias; los cambios de las laderas son bruscos y el subsuelo aparece frecuentemente al descubierto en estos puntos de inflexión.

La divisoria está coronada por crestones de piedra que la erosión de las aguas ha dejado al descubierto, pero que en casi toda su longitud es accesible, si bien hay puntos escarpados en que se hace difícil la dominación de la altura.

La vertiente al Bidasoa es de muy fuerte pendiente, según ya hemos dicho, pero el suelo tiene profundidad, siendo muy raros los escarpes; los hay únicamente en algunos barrancos en que la Peña ha quedado lavada de la tierra que la cubría por la acción de las aguas, y éstas se precipitan entonces en cascadas muy caudalosas en las épocas de grandes lluvias y deshielos rápidos. Tanto la inclinación de los valles secundarios como la de los principales es considerable, que al llegar á Labayén nos encontramos ya en el valle, pero muy pronto éste desciende y el trazado vuelve á apoyarse en la ladera. La forma de amplio anfiteatro, que tiene el término de Labayén, cerrado por una cadena de montañas, hace que pueda el trazado volver en sentido opuesto al de entrada, y por ser además los vallejitos bastante pene-

trantes, con anchura suficiente para que quepan las menores curvas admitidas; hemos sacado bastante partido del terreno para lograr mucho desarrollo entre puntos cuya distancia horizontal es relativamente pequeña.

No dejará de ser curioso el seguir con la vista desde Labayen la trayectoria de un tren en la vuelta casi completa que dará sin ocultarse más que el poco tiempo que emplee en el recorrido de los valles secundarios

Una vez en Santesteban, nos internamos hasta Ituren, en la cuenca del río Elgorriaga, y antes de alcanzar el valle, el trazado sigue por la ladera de la margen derecha. El valle es amplio, llano y de suelo profundo, bastante fértil; el pie de las laderas que lo cierran á uno y otro lado, no llega al río sino en algunos puntos de la entrada por la margen derecha, pero por la izquierda quedan las laderas alejadas, y, por lo tanto, la vega no aparece cortada transversalmente. La ladera de la derecha es de poca altura en la parte en que nos apoyamos, siendo el extremo de un avance que rápidamente disminuye de cota desde la divisoria á Santesteban; pero las caídas al río de que hemos hecho mención son rápidas, por más que no puedan calificarse en ningún trozo de escarpadas.

El Bidasoa corre de Santesteban á Sumbilla por un valle estrecho y tortuoso de ásperas y quebradas laderas; se presenta en el término del segundo pueblo una pequeña vega, y aguas abajo nuevamente las laderas se aproximan al río, obligándole á describir curvas muy cerradas á veces, como sucede en Arrakaiz más notablemente, pero también en otros muchos puntos, de tal manera que refiriéndonos á la proyección horizontal podríamos decir que los avances de cada ladera engranan en depresiones, en sentido contrario de la opuesta, y estas vertientes que aprisionan al río son abruptas y elevadas, de difícil tránsito por la pendiente que afectan y por la maleza y las peñas que lo estorban. La carretera de Irún á Pamplona va constantemente hasta Endarlaza por la margen derecha, y su trazado por terreno tan escabroso, ha tenido que resultar con fuertes pendientes y con curvas de pequeños radios. Las vegas de Zalain Lesaca y Zalain Vera, hacen que cambie la topografía; pero al salir de Vera otra vez se cierra el valle y sólo en cortos trayectos quedan entre el río y la ladera fajas de terreno laborable, de las que merecen citarse las formadas en Beriau, Yanci y Zalain. De Endarlaza á Irún el valle del Bidasoa es más ancho; pero desarrollándose por la misma margen que el trazado que proyectamos la carretera y un ferrocarril minero, ha sido problema no fácil intercalar nuestro trazado entre los otros dos, especialmente en los puntos donde el río se aproxima á los escarpes de las laderas.

(Se concluirá en el número próximo.)

RAMÓN DE AGUINAGA.

Plan general de carreteras.

Se han sancionado 12 leyes más de inclusión de carreteras en el plan general de las del Estado. 124 son las incluidas en este año hasta la fecha.

Decía el Sr. Montero Ríos en el preámbulo del Real decreto de 16 de Septiembre de 1886, en que se mandaba proceder á la redacción de un nuevo plan:

«Es tan considerable el número de carreteras que desde su formación se le han agregado, que hoy responde en no pequeña parte á servicios y propósitos muy diversos de los que se tuvieron en cuenta al redactarlo, y no se concierta además fácilmente con las disposiciones de la ley que le ha dado origen. Hay en él actualmente algunas carreteras de tan escasa importancia, que por esto mismo sin duda no fueron incluidas en los planes provinciales; hay dos, tres y á veces hasta cuatro carreteras, sirviendo superabundantemente los mismos intereses públicos, y otras recorriendo desiertas comarcas con tan elevado coste de construcción, que por sí solo fuera quizás éste bastante para dilatarla en terrenos más fértiles y poblados.

»Por otra parte, la razón y la experiencia demuestran de consuno la conveniencia de reducir el actual plan general de carreteras, á las que prudencialmente se calcule que podrán construirse en determinado periodo de tiempo.

»Es preferible incluir solo las líneas de reconocida utilidad por la importancia de los servicios que pueden prestar, y realizables en el lapso de veinte años, á formular un plan ilusorio que, como el hoy vigente, exigiría el transcurso de un siglo para su ejecución. Las corrientes del tráfico son eminentemente variables; rápidos los progresos de la industria é imposibles de prever las futuras necesidades del movimiento comercial, no siendo por ello prudente legislar sobre tales materias para plazos de larga duración.»

Firmes económicos en su conservación

Resulta económica la conservación de los firmes de piedra machacada sentada sobre una capa de arena; los espesores respectivos pueden ser de quince y veinte centímetros. Es preciso, naturalmente, que la arena esté contenida dentro de la caja del firme, entre las dos banquetas de los paseos para que el agua no la arrastre á las cunetas.

Sujeta la arena entre el suelo natural, los paseos y la capa de piedra machacada, forma una base excelente que reparte la presión de las ruedas y caballerías *cónicamente* sobre mucha superficie. El desgaste es mucho menos rápido y la conservación por tanto más económica que en los firmes ordinarios sentados sobre el suelo natural. La experiencia confirmó estos resultados en Argelia y algunos departamentos de Francia.