

una trayectoria decisiva en materia de ferrocarriles; la falta de esta decisión, el resolver parcialmente el problema del día, significa que, con un sacrificio máximo, se obtiene un rendimiento mínimo. Yo estoy absolutamente convencido de que el plan más amplio de transformación completa de la red ferroviaria española en la solución total de nuestra crisis ferroviaria no exigiría para cada uno de los años en que deba desenvolverse un desembolso superior quizá en España de las cantidades que el Estado ha comprometido en menos de un año para obras de ferrocarriles, y, no obstante, el rendimiento sería inmensamente superior, no solamente por lo que al problema del transporte se refiere, sino por lo que se refiere a otro problema fundamental.

Hace pocas semanas, casi pocos días, se ha adjudicado el concurso de locomotoras, 119 locomotoras, que deben entregarse en unos meses. Comprenderéis todos que si se sigue la política de la concesión y el Estado contrata hoy ciento y pico de locomotoras, y, dentro de dos años, contrata 200, y hoy da una subvención para hacer una doble vía, para completar la de Irún a Madrid, y otro día una subvención para otra obra semejante, ¿qué ocurrirá? Que jamás la industria nacional se pondrá en condiciones de poder atender a todas las necesidades de la transformación del servicio de ferrocarriles. (Aplausos.)

Con la aprobación de un plan escalonado en años, de una ejecución asegurada, yo no tengo duda alguna de que todas las locomotoras y todo el material de electrificación y todos los rieles y todo lo necesario para la transformación de la red ferroviaria española lo produciría la industria española, la actual que tenemos en España, la que vendrían a crear extranjeros, asociados o no con trabajo español, pero que sería riqueza que quedaría en España.

Y no es de lamentar únicamente que, no haciéndolo así, vayan los pedidos al extranjero por cuanto signifique una pérdida de pesetas o una resta de jornales, sino por una consideración mucho más trascendental. Ningún país tiene su estructura económica completa si no tiene una gran siderurgia y una gran metalurgia, y yo os digo que la gran siderurgia y la gran metalurgia en todos los países del mundo ha nacido, ha crecido y se ha desarrollado alrededor del ferrocarril.

Es preciso que en un plan completo de transformación de nuestras líneas demos al capital español el aliciente necesario para preparar en nuestro país las industrias para atender a todas las necesidades, íntegramente a todas, del desenvolvimiento de nuestras redes ferroviarias. He dicho. (Grandes y prolongados aplausos.)

REVISTA EXTRANJERA

Transporte de energía eléctrica a 110.000 voltios entre Gösgen (Suiza) y Pouxoux (Francia).

En el transcurso del año de 1918 se procedió a utilizar en la región de los Vosgos, para necesidades militares, la energía eléctrica disponible de la fábrica hidroeléctrica construida sobre el Aar, en Gösgen (cantón de Soleure, Suiza), por la Sociedad suiza Motor, de Baden. Con este objeto, se construyó por esta Sociedad en territorio suizo (89 kilómetros) y por la Compañía Lorenesa de Electricidad en territorio francés (96 kilómetros) una línea de transporte de energía bajo forma de corriente trifásica a 110.000 voltios, 50 períodos, capaz de transmitir 15.000 kilovatios con una pérdida óhmica limitada a 10 por 100 y una caída de tensión total que no excediera de 15 por 100 para un factor de potencia de 0,80 en la estación receptora de Pouxoux, cerca de Epinal (fig. 1.^a).

Desaparecidas las necesidades que motivaron la creación de la línea, se decidió, sin embargo, su conclusión para alimentar, en paralelo con la fábrica térmica de Vincey (Vosgos), la red a 65.000 voltios de la Compañía Lorenesa, cuyo contrato contenía con este fin una cláusula reivindicatoria. La tensión en servicio sería de 70.000 voltios, hasta el límite de capacidad de la línea a esta tensión; se elevaría a 100.000 voltios, con transformación en Pouxoux, cuando el pedido de corriente lo exija.

Los estudios de la línea se han hecho por la Compañía general de Electricidad de París y las obras en el territorio francés se han terminado en un año (julio de 1918 a agosto de 1919). El ingeniero de Puentes y Calzadas M. P. Caufourier, autor del artículo de *Le Génie Civil*, que resumimos en esta nota, ha procedido el 17 de septiembre de 1919 a la recepción de la línea que se ha abierto al servicio a principios del corriente año.

La elevada tensión, adoptada por primera vez en Francia, ha necesitado el estudio y la preparación de un material especial conforme a las líneas similares construidas en América; este material presenta disposiciones interesantes, en el conjunto y aun en los más pequeños detalles, y la explotación dará, según M. Caufourier, indicaciones útiles para el establecimiento de las

líneas análogas destinadas a mejorar el reparto de la energía en el territorio francés.

TRAZADO DE LA LÍNEA.—La línea parte de Gösgen, donde el salto del Aar, de una altura de 17 metros para un caudal de 359 metros cúbicos, mueve seis grupos de 7.600 caballos (de ocho previstos), produciendo corriente trifásica a 8.000 voltios, 50 pe-

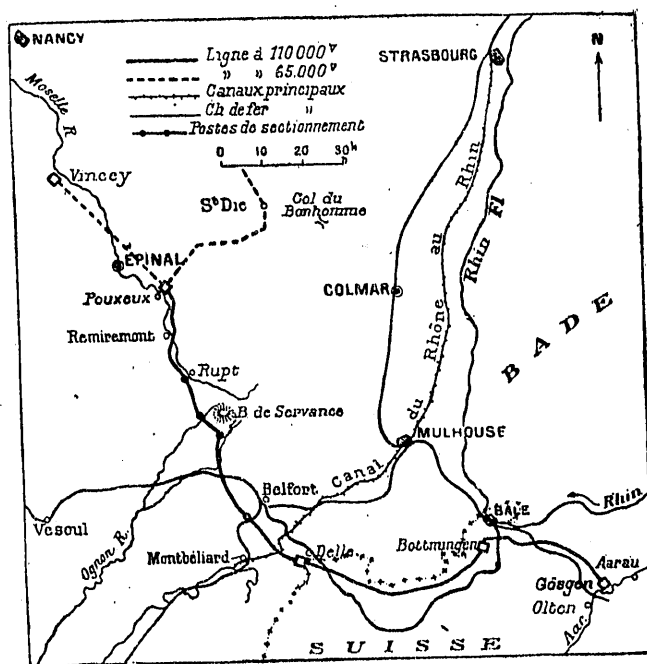


Fig. 1.^a

ríodos; esta corriente se transforma en la actualidad a 70.000 voltios y lo será ulteriormente a 110.000 voltios en la misma fábrica.

El trazado normal sería evidentemente el más directo, o sea Gösgen-Bottmingen-Mulhouse-Col de Bonhomme-Saint Die; en estas condiciones se había estudiado antes de la guerra; pero no pudiéndose realizar en el curso de la misma, ha sido necesario

contornear la frontera suizo-alsaciana y entrar en Francia por Delle, donde se ha establecido la estación de enlace conteniendo los aparatos de seguridad, los de medida y los interruptores bajo carga.

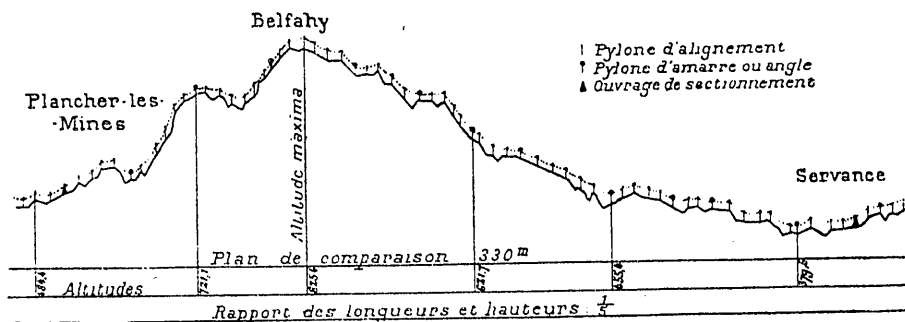
La línea, partiendo de Delle, pasa al Oeste de Belfort, se eleva a lo largo del valle del Rahin, afluente del Ognon, franquea los Vosgos al Sur del Ballon de Servance, en la cota 825, y alcanza cerca de Rupt el valledel Mosela, que sigue hasta Pouxieux (figuras 1.^a y 2.^a).

El trazado procede por grandes alineaciones levantadas con el teodolito, y ángulos muy obtusos (de 135° por lo menos) para reducir los momentos de reversión en los postes de ángulo; evita

(y, por consecuencia, el coste total) de los pilares entregados a pie de obra será una función de la forma

$$\frac{\alpha}{l} + \beta + \lambda l + \delta l^2 + \varepsilon l^3$$

(pudiéndose este último término despreciar en la práctica), función creciente de la tirada l . Por otra parte, los gastos de colocación y hormigonado de un pilar serán casi constantes, así como el precio del terreno de implantación y el del juego de aisladores; el total de estos gastos es, pues de la forma $\frac{\lambda}{l}$. Se concibe, pues, la posibilidad (por lo menos, teóricamente) de calcular ri-

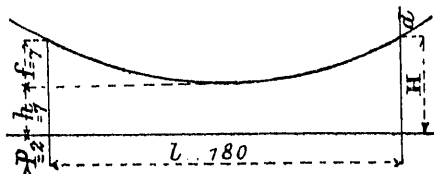
Fig. 2.^a

la travesía de lugares habitados y pasa a través de campos y bosques.

Se han derribado los árboles en una anchura de 30 metros a una y otra parte del eje de la línea; sin embargo, está autorizada la plantación de sotos en la parte exterior de esta zona. La ocupación de los terrenos necesarios se ha hecho casi siempre amigablemente.

Pilares.—La experiencia de las líneas americanas de muy alta tensión ha mostrado que cada aislador es un punto débil desde el doble punto de vista mecánico y eléctrico; el 45 por 100 de los accidentes a ellos son debidos. Conviene, pues, reducir su número, adoptando las mayores tiradas compatibles con la tensión que puede soportar el metal del cable.

A esta tensión el cable describe una catenaria (fig. 3.^a) que, en la región de utilización práctica, se aproxima lo bastante a una parábola para verificar la relación: $f = kl^2$, en la que

Fig. 3.^a

$k = 0,00022$. Sean: p , la profundidad de fundación; h la altura libre que hay que reservar bajo el hilo inferior, d la distancia del hilo inferior al hilo superior (aquí el cable de tierra); la altura total del pilar será:

$$d + kl^2 + h + p = kl^2 + a.$$

El esfuerzo normal debido al peso de los cables es proporcional a l ; el momento de flexión debido a la acción del viento sobre los cables es proporcional a $l \left(h + f + \frac{d}{2} \right)$. La sección de los cuatro puntales que constituyen el pilar sensiblemente piramidal deberá, por lo tanto, ser proporcional a l y su peso total a $(kl^2 + a) l$. En cuanto a las barras de triangulación que no soportan teóricamente ningún esfuerzo, y cuyo papel esencial es solidarizar los puntales para impedirles que se flexionen, su sección es prácticamente constante, y, por consecuencia, su peso proporcional al cuadrado de la altura total. El peso de un pilar es, pues, de la forma $\mu l (kl^2 + a) + v (kl^2 + a)^2$, y, como el número de pilares es inversamente proporcional a l , el peso total

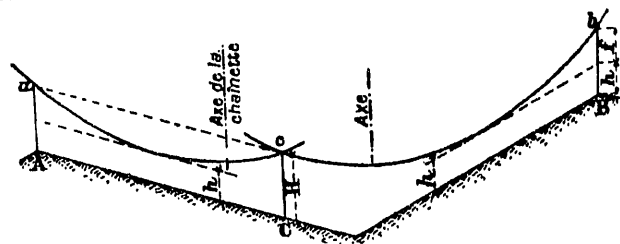
gurosamente la tirada máxima correspondiente al mínimo de la suma de las dos funciones.

En la práctica, se determinará la tirada que ha de adoptarse, en la proximidad del valor así obtenido para l por consideraciones deducidas de la facilidad de construcción con las muestras disponibles en longitud y sección, la de transporte a pie de obra y la de montaje, la fuerza del tipo de aislador empleado, etc. En la línea de que tratamos se ha adoptado, según estas consideraciones, la tirada normal de 180 metros correspondiente a un vano de 7 metros, próximamente, a la temperatura máxima (35°); teniendo en cuenta las cotas p , h y d , se llega a una altura total de 21,70 metros, de ellos 2 metros para la fundación.

La implantación de los pilares no ofrece ninguna dificultad en terreno horizontal o poco abrupto; se les coloca simplemente a 180 metros de distancia, salvo su reducción en la travesía de vías públicas o férreas.

Otra cosa sucede en terreno montañoso (figuras 2.^a y 4.^a); los puntos altos del perfil en longitud del terreno son puntos impuestos, entre los cuales la posición de los pilares intermedios debe determinarse por tanteos. A este efecto, el operador dispone de un modelo que representa, con una amplificación conveniente de las ordenadas, la catenaria descrita por el cable a la temperatura máxima.

Sean A y B los puntos impuestos (fig. 4.^a); la curva debe pasar por a a la altura $h + f$ por encima de A y ser tangente a la paralela trazada al suelo a una altura h ; lo mismo para la curva

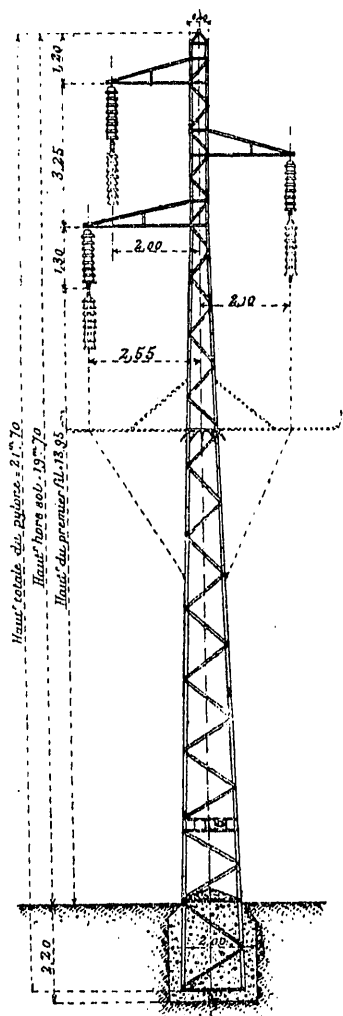
Fig. 4.^a

que parte del poste B ; hecho esto, las curvas se cortan en un punto c , cuya ordenada da un emplazamiento C , y uno solo para el poste intermedio si, como en la figura 4.^a, la cota Cc es igual a $h + f$. Si el punto c es demasiado alto, serán necesarios dos soportes intermedios; si es demasiado bajo, será preciso levantar convenientemente una de las curvas; en los dos casos habrá una cierta indeterminación que se podrá aprovechar para dar al pilar

la posición que mejor se adapte a las circunstancias locales. La tirada puede llegar así a 300 metros si es fuerte el declive del terreno.

Si el punto *c* así determinado se encuentra muy próximo al vértice de la catenaria, la reacción sobre el puente puede venir a ser ascendente cuando el hilo se contraiga térmicamente; en este caso se le adapta una segunda cadena de aisladores (indicada por puntos en la figura 5.^a), susceptible de resistir esta reacción.

Los pilares son de dos tipos: el tipo corriente empleado en las alineaciones (fig. 5.^a) pesa, próximamente, 1.400 kilogramos y lleva un macizo de fundación de hormigón de cemento de 8,8 metros cúbicos; el tipo empleado en los vértices de ángulos y

Fig. 5.^a

como amarre en las alineaciones (a razón de uno por cada diez), pesa 2.300 kilogramos y su macizo de fundación es de 16,3 metros cúbicos.

El trabajo elástico del metal es inferior a 12 kilogramos por milímetro cuadrado en las condiciones de servicio más desfavorables.

Las ensambladuras se han estudiado de manera de evitar la permanencia de las aguas pluviales en los nudos.

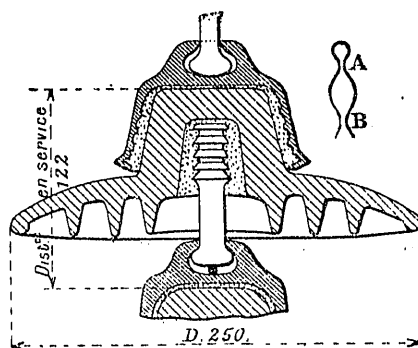
El pilar está provisto de tres brazos que lleva cada uno un cable, uno a un lado y dos al otro; estos dos últimos cables no están en el mismo plano vertical, sino separados 50 centímetros a fin de evitar los contactos que podría ocasionar la caída de la escarcha de un hilo sobre el otro en el momento del deshielo. Esta separación puede, si es necesario, llevarse a un metro, por una disposición especial. La posición de los puntos de unión de las cadenas aisladoras es tal que éstas pueden tener una oscilación de 35° de amplitud, sin que la distancia entre el cable y las partes metálicas más próximas descienda por bajo de 1,10 metros. Resulta de aquí que el imprudente que, despreciando el cartel reglamentario «peligro de muerte», escalse el pilar a pesar de la separación de las barras de triangulación y salvase los puen-

tes de defensa, no podría materialmente tocar los conductores. Los operarios no llegan a realizar sus trabajos sino mediante unos verdaderos ejercicios gimnásticos.

Los pilares llevan una placa de tierra individual de cobre rojo de 40 x 30 centímetros; además están unidos por un cable de tierra.

Los pilares se han construido en diferentes fábricas, expidiéndolos por ferrocarril en tres trozos y llevándolos después a pie de obra en camiones automóviles o en carretas; su montaje y elevación no presentaba dificultad alguna.

Aisladores.—Los aisladores son de construcción americana, así como todos los accesorios que sirven para fijar los cables. Cada aislador en alineación está formado por una cadena de ocho elementos y de nueve elementos para los aisladores de ángulo o en amarre. Estos elementos (fig. 6.^a) son intercambiables y comprenden una campana de porcelana de cuatro ranuras circulares, cubierta por una campana metálica cuya cabeza presenta un alojamiento de la forma especial que muestra la figura.

Fig. 6.^a

En este alojamiento penetra un botón incrustado bajo la campana de porcelana del elemento superior; esta penetración no puede hacerse más que en la posición indicada en la parte superior de la figura 6.^a, y cuando la campana ha descendido por su peso a la posición indicada en la inferior, con lo que la ensambladura no puede deshacerse; una horquilla *AB* impide a las piezas volver a la posición de desmontaje, dejándolas, sin embargo, un juego suficiente. Esta horquilla tiene un doble estrechamiento y pasa por el agujero que se ve bajo el botón; para el desmontaje se la retira con unas pinzas, pero las patas *B* la impiden salir del agujero y perderse dejando a la ensambladura privada de su disposición de seguridad y expuesta a desmontarse en el momento de las oscilaciones. Esto no es más que un detalle insignificante, pero muestra el cuidado con que se ha estudiado este material para conseguir el máximo de seguridad.

Una cadena de aisladores así constituida puede soportar antes de romperse una tracción de 3.000 kilogramos para un esfuerzo máximo de 650 kilogramos en servicio. Un elemento aislado resiste una tensión de 60.000 voltios durante cinco minutos y soporta una brusca variación de temperatura de 50°; una cadena de ocho elementos resiste una tensión de 400.000 voltios en seco y de 250.000 voltios bajo una lluvia de 10 milímetros por minuto cayendo a 45°.

El cable está suspendido de los aisladores en alineación por unas pinzas rectas; en ángulo y amarre por unas pinzas curvas que soportan toda la tracción del cable; éste forma entre las dos pinzas de un mismo pilar una curva floja que permite los movimientos angulares debidos a las variaciones térmicas. Todas las pinzas están provistas de cuernos para alejar de las cadenas de aisladores los arcos que podrían venir a formarse por cualquier causa.

Conductores.—Cada conductor es un toro de 7 hilos de 3,7 milímetros de cobre electrolítico teniendo un límite de rotura de 40 kilogramos por milímetro cuadrado para un trabajo máximo de 8 kilogramos en servicio, próximamente. La sección del cables es, por lo tanto, de 78,5 milímetros cuadrados.

Las juntas se hacen por medio de un tubo aplanado de cobre

de 70 centímetros, próximamente, de longitud, en el cual se introducen los extremos de los dos cables; después, del extremo que sobrepasa, se deshace el toro y se rebate cada hilo en gancho sobre la sección del tubo; se tuerce entonces éste con unas pinzas especiales en sentido inverso a como están arrollados los cables. Se obtiene así una junta sin resistencia eléctrica apreciable y de una resistencia mecánica superior a la del cable; en los ensayos, la rotura se ha producido siempre fuera de la junta.

En las curvas flojas de los pilares de ángulo y de amarre, la unión se hace por medio de manguitos de bronce de acunamientos cónicos. Esta junta, en que el cable se aprieta por efecto mismo de la tracción, da buenos resultados en línea recta; se ha reconocido, sin embargo, por experiencia, menos segura que la junta de tubo descrita anteriormente. También se ha reservado para los puntos en que el desmontaje de la junta pueda venir a ser necesario.

Cable de tierra.—Los pilares están unidos por un cable de tierra formado por un toro de 7 hilos de 2,77 milímetros de acero dulce y de 70 a 80 kilogramos de rotura por un trabajo máximo de 12 kilogramos en servicio. Estos hilos están galvanizados en caliente por un procedimiento especial. La cabeza de cada pilar lleva una tenaza de fundición maleable galvanizada que sujeta al cable; en los pilares de ángulo y de amarre el esfuerzo de tracción está soportado no por esta tenaza, sino por dos pinzas análogas a las de los conductores.

Los procedimientos de unión son los mismos que para los conductores: tubo torcido para las líneas rectas y junta de acunamientos cónicos en las curvas.

La tensión de colocación de los conductores y del cable de tierra se ha regulado por el dinamómetro, teniendo en cuenta la temperatura.

Travesías.—Se han tomado medidas especiales para atravesar los ferrocarriles (4), tranvías (4), canales (4), carreteras nacionales (3), numerosos caminos, otras líneas de transporte de energía (10) y líneas telegráficas y telefónicas.

En la travesía de los ferrocarriles se han empleado pilares especiales; el conductor está duplicado por otro cable semejante que se le une por pinzas bifilares de metro en metro y la suspensión está reforzada por hilos de cobre fijados por pinzas trifilares.

Para las carreteras se ha provisto a los pilares de ángulo y de amarre de una doble cadena de aisladores que soportan el cable por unas pinzas especiales (fig. 5ª) y a los pilares de alineación de parahilos constituidos por una verga de 4 metros de longitud, cuyos extremos llevan unas varillas verticales que impiden que el cable que ha caído sobre ella pueda abandonarla. Para las líneas eléctricas se han tomado las mismas disposiciones y, además, sobre el conjunto de los hilos una red de resistencia suficiente tendida entre postes metálicos.

Aparatos de maniobra y de seguridad.—En la estación de Delle la llegada y partida está protegida por bobinas de reactancia combinadas con pararrayos de cuernos de tres intervalos de explosión; una resistencia del orden de 10.000 ohmios por fase, en serie con el pararrayos, sirve de amortiguamiento. Estos aparatos están dispuestos en el exterior de la estación. La conexión se hace por medio de un disyuntor de resistencia al choque, cuya abertura se mueve por relé directo sobre alta tensión y el cierre por un motor de corriente continua sobre batería de acumuladores.

Se han previsto unos canales para la corriente del aceite al exterior en caso de incendio en los interruptores o transformadores de medida.

En la estación de Pouxoux la línea está conectada a un pararrayos electrolítico colocado en el exterior de la estación y se enlaza con la red de la Compañía lorenesa por un disyuntor del mismo tipo que el de Delle.

La línea puede cortarse en cuatro puntos, marcados, o en el plano (fig. 1.ª) para facilitar la localización de las averías. Las estaciones de seccionamiento son pilares de forma especial que

llevan unos cuchillos que se quitan o ponen con una percha; esta maniobra no puede hacerse mientras no se haya cortado la corriente en Delle.

En fin, una línea telefónica particular une las estaciones de Delle y Pouxoux y las cuatro estaciones de seccionamiento, siguiendo un trazado diferente del de la línea de alta tensión para evitar los efectos de inducción y, sobre todo, las interrupciones en el momento en que haría más falta.

Puente en arco con anclajes de hormigón.

La disposición especial descrita en el *Engineering News-Record* ha sido adoptada para un viaducto de hormigón armado sobre el Rogue River, en Rocky Point (Oregón, Estados Unidos); unos anclajes fijan en la roca las vigas del arco cuya luz libre es de 34,44 metros; estos anclajes están formados por los extremos de las barras de armadura incrustados en pequeños macizos de hormigón.

Construcción en California de un puente con viga recta de hormigón armado.

Este puente, cuya descripción hace el *Engineering News-Record*, franquea el río Salée en Humboldt County (California). Tiene dos tramos de 43,28 metros cada uno. Esta longitud no se había alcanzado todavía con vigas rectas: no se había llegado más que a 22,86 metros para los puentes y a 31,9 para las armaduras de techumbres.

Había que descartar el acero para la construcción de la obra de que tratamos a causa del peligro de corrosión por las brumas saladas. Por otra parte, había resultado del estudio hecho que un puente en arco sería más costoso.

Cada tramo comprende dos vigas de hormigón armado cuya altura es de 3,66 metros.

La obra se ha hecho por administración por una suma de 126.200 pesetas.

Medida de las pérdidas de energía en el dieléctrico de cables trifásicos de alta tensión.

The Electrician publica un estudio de Mr. Farmer en el que se indica un método para la medida de la potencia perdida en el dieléctrico de 3 metros, próximamente, de un cable trifásico.

El autor expone las dificultades encontradas y discute el método empleado; da, finalmente, los resultados de algunos cálculos.

Las obras de ampliación del puerto de Génova (Italia).

La *Ingegneria Italiana* describe las obras recientes realizadas en el puerto de Génova, así como las proyectadas, y especialmente el proyecto de ampliación del Sr. Coen Cagli.

Este proyecto consiste principalmente en la creación de una gran dársena, al Oeste del puerto actual, de 1 600 metros de longitud y casi 200 de anchura. Se completaría esta mejora con la construcción de un rompeolas que protegería el puerto en una longitud de 5 kilómetros por la terminación de varios diques cuyo arreglo hace bastantes años que está previsto y por el dragado de las dársenas.

La superficie de las dársenas se elevaría así de 190 a 440 hectáreas y el desarrollo de los muelles aumentaría de 7.900 metros a 17 kilómetros.

El presupuesto asciende a 300 millones de liras.

Aparatos de calefacción mecánica de varios combustibles, sistema Nicol y Schofield.

La escasez de carbón obliga a quemar en los hogares existentes todos los combustibles de que se puede disponer, y principalmente el cok, lo que presenta dificultades en gran número de aparatos e impone la adopción de un tiro forzado. Un procedi-