

En cada distrito una estación meteorológica, donde diariamente se efectúan observaciones, está establecida a proximidad de la carretera de pruebas; además en la misma se hacen periódicamente las cuentas de la circulación, se toman perfiles transversales en varios puntos, se examina minuciosamente el estado de las superficies y mensualmente se calculan los gastos de conservación de cada sección.

Antes y durante la construcción habíanse consignado también todas las particularidades locales y los gastos de primer establecimiento; para un distrito dado como ejemplo, el conjunto de los gastos de construcción de las ocho secciones y de los de instalación de orden general ha alcanzado, aproximadamente, 15.000 francos.

Independientemente de los experimentos sobre carreteras, que nunca resultan muy comparables entre sí a causa de la infinita variedad de las circunstancias locales, el Road Board ha organizado en el National Physical Laboratory, de Teddington, una disposición que permite ejecutar rápidamente ensayos prácticos en menor escala y en condiciones uniformes.

La pista, cuyos cimientos son de hormigón, tiene una forma circular y mide unos 10 metros de diámetro y 0,61 metros de ancho.

El constructor que solicita el ensayo de un sistema particular de revestimiento ha de entregar 3 toneladas de materia mezclada, a una temperatura de 150 a 166°. Se extiende la mezcla en la pista, se la nivela de tal modo que la capa tenga un espesor de 38 milímetros y se la comprime o con el aparato mismo o con pisonos o cilindros a mano, a voluntad del constructor; se conservan para muestras de comparación pequeños bloques moldeados aparte.

La máquina de pruebas consiste en un bastidor giratorio puesto sobre ocho ruedas de 1 metro de diámetro y 76 milímetros de ancho en las llantas, que pueden lastrarse a voluntad y que ruedan sobre todo el ancho de la pista. Cada una está movida por un motor eléctrico especial de tal modo, que su acción sobre la pista sea igual a la de las ruedas motrices de un vehículo de igual carga.

La velocidad puede reglarse a voluntad; en el caso de las ruedas con llantas de hierro, que son las únicas con que se ha experimentado hasta la fecha, no debe pasar sensiblemente de 11 kilómetros por hora.

Como la pista se desgasta más en el estado húmedo que en el seco, se la mantiene siempre mojada durante la prueba, para que

ésta sea más rigurosa; además, se puede así recoger bajo forma de barro, todos los elementos que resultan del desgaste de la calzada, secarlos, pesarlos y analizarlos.

La temperatura debe quedar constante y próxima a la del verano, estación en que las deformaciones son más fuertes.

Al empezar se pone la máquina en movimiento y se aumenta progresivamente la carga de las ruedas, hasta que la calzada haya recibido un total de 4.450 a 6.600 toneladas por metro de anchura; es lo que se llama el período de consolidación. Después comienza la prueba, propiamente dicha, bajo una carga de 84 kilogramos por centímetro de ancho en la llanta, y con una velocidad que corresponde poco más o menos a 2.440 toneladas por metro de ancho y por hora; se ejecuta la operación durante unas ocho horas por día; se examina el estado de la superficie por lo menos dos veces en el curso de cada jornada, y levantando, si es necesario, perfiles transversales y longitudinales.

Con buenos materiales, convenientemente empleados, la superficie queda llana, lisa y sin huellas apreciables hasta que haya soportado, aproximadamente, 222.000 toneladas por metro de ancho. Al llegar a este estado de trabajo empiezan a notarse deformaciones onduladas que van acentuándose; en fin, hacia toneladas 445.000, las desnivelaciones alcanzan tal importancia, que la máquina experimenta sacudidas que obligan a dar término a la prueba.

Se toman entonces muestras de la capa que queda en el sitio más desgastado y en la parte que ha resistido mejor, y se las compara con la muestra conservada en calidad de testigo, calculando sus densidades y las proporciones de agua absorbida durante una inmersión de tres meses.

Desde luego, habiendo sido escogidas para las pruebas las condiciones de humedad y de temperatura más desfavorables, el desgaste sufrido por la pista no da la medida del desgaste que sufriría una calzada análoga empleada para una circulación equivalente; en realidad, las verdaderas calzadas resisten mucho mejor. Las pruebas tienen sobre todo por objeto dar indicaciones comparables entre sí, sobre los diferentes modos de construcción experimentados.

Los estudios han sido interrumpidos durante la guerra, de suerte que sólo ha podido ensayarse un número muy reducido de mezclas; sin duda, cuando puedan reanudarse, merced a la corta duración de cada prueba, se llegará, rápidamente, a conclusiones de mucho interés.

(Continuará.)

## REVISTA EXTRANJERA

### Proyecto de reorganización de la producción de electricidad en Bélgica.

El problema de la producción económica de la fuerza motriz eléctrica es de los que más preocupan en la actualidad. Esta producción económica depende forzosamente de la utilización máxima de las fuentes de energía, pero también depende de la naturaleza de las instalaciones generadoras, del coste de transporte de la electricidad y del coeficiente de utilización.

Monsieur J. Carlier, ingeniero belga, estudió ya en 1918 la reconstitución de Bélgica desde el punto de vista de la electricidad, mostrando las importantísimas reducciones que en el precio de coste podían obtenerse por la interconexión de las centrales y que evalúa en 85 millones.

Más recientemente M. Fernand Courtoy que había hecho a

principios de 1914 un estudio sobre el establecimiento en común de la producción de las centrales, ha publicado en la *Revue Universelle des Mines, de la Metallurgie et des Travaux Publics*, de Lieja, un proyecto de la reorganización de la producción de la electricidad en Bélgica, que resume M. R. M. en *Le Génie Civil*, en un artículo del que nos valemos para redactar esta nota.

Los gases de los altos hornos, los gases de los hornos de cok y el carbón son las principales fuentes de energía utilizadas en Bélgica para la producción de la electricidad. Sin embargo, los gases de los altos hornos y de los hornos de cok se utilizan más ventajosamente para el alumbrado y la calefacción de los hornos, debiendo solamente emplearse el excedente disponible para la producción de la electricidad.

Como la demanda de energía varía mucho con las horas de la jornada, los días laborables y los períodos del año, las fábricas

cas generadoras tienen interés en alimentar conjuntamente a los consumidores para los cuales no se producen los máximos en los mismos momentos.

Resulta de aquí una regularización de la demanda de energía, una disminución de la potencia necesaria y la posibilidad de emplear unidades de mayor potencia que aquellas a que se tendría que recurrir en la marcha independiente.

La economía procurada por las grandes unidades es enorme. A los precios anteriores a la guerra, los gastos de primer establecimiento, por kilovatio de potencia nominal, son, respectivamente, de 2.260, 653, 200 y 162 francos para unidades de 5, 200, 8.000 y 20.000 kilovatios de potencia; para estas mismas unidades, los gastos de producción son de 13,5, 1,5, 0,5 y 0,3 céntimos por kilovatio hora, y los gastos de combustible (con la hulla a 19 francos), de 7,6, 3, 1,8 y 1,7 céntimos por kilovatio-hora.

El precio del coste es más elevado a las pequeñas cargas, cuando se emplean motores de gas que cuando se usan turbinas de vapor; lo contrario sucede a las grandes cargas. Cuando se

des centrales, capaces de suministrar el kilovatio-hora, rendido en el lugar de distribución a un precio inferior al que podrían llegar las diversas industrias locales. Se las instalarán en los puntos más favorables para la producción económica de la energía, y se garantizará su marcha en paralelo uniéndolas por una red de compensación.

En Inglaterra, el Comité para el ahorro del cok ha vislumbrado la creación de dieciséis grandes estaciones, englobando las 600 empresas actuales alimentadas en parte por los gases de hornos de cok. Espera así ahorrar 55 millones de toneladas de carbón de los 80 millones que en la actualidad se necesitan para la producción de la fuerza.

En Prusia, Klingenberg propone la creación de 25 a 30 centrales de vapor y de algunas centrales hidráulicas. Serían de los tipos de 100.000, 75.000, 60.000 y 30.000 kilovatios y comprenderían unidades de 15.000 a 20.000 kilovatios, unido el conjunto por una red de líneas a 100.000 voltios para la marcha en paralelo.

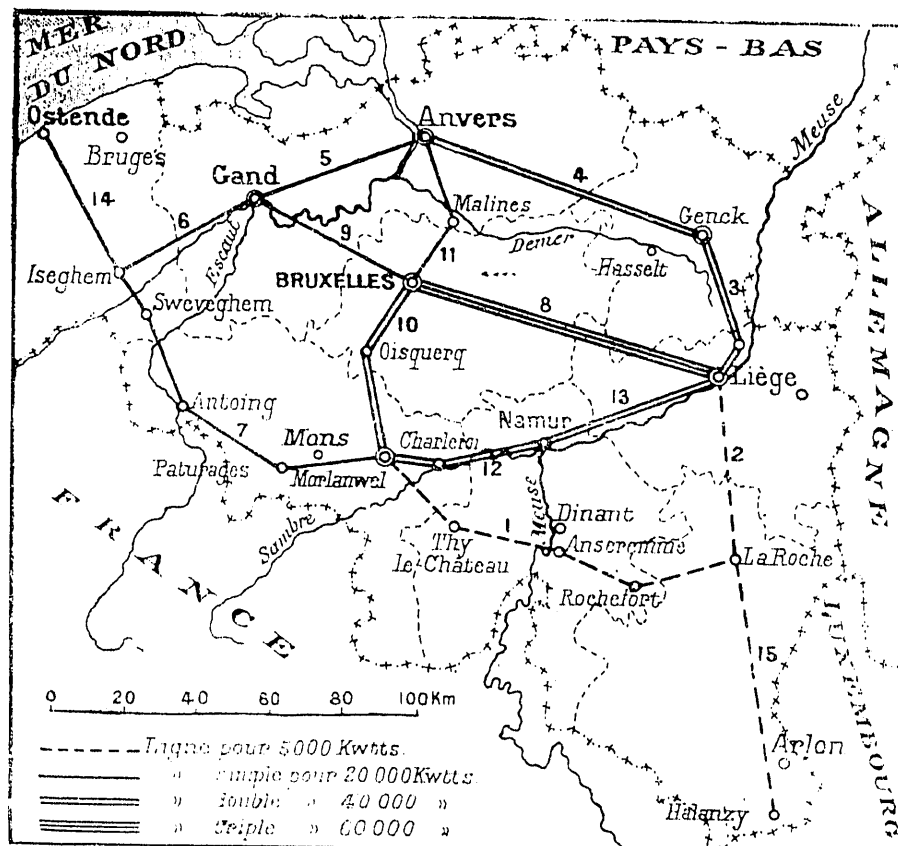


Fig. 1.<sup>a</sup>

Longitud de los enlaces en kilómetros: núm. 1, 100 kilómetros; núm. 2, 15 kilómetros; núm. 3, 43 kilómetros; núm. 4, 82 kilómetros; núm. 5, 51 kilómetros; núm. 6, 40 kilómetros; núm. 7, 106 kilómetros; núm. 8, 91 kilómetros; núm. 9, 48 kilómetros; núm. 10, 47 kilómetros; núm. 11, 48 kilómetros; núm. 12, 50 kilómetros; núm. 13, 52 kilómetros; núm. 14, 41 kilómetros; núm. 15, 70 kilómetros, y número 16, 22 kilómetros.

dispone de las dos unidades para la marcha en paralelo, debe, pues, asegurarse la carga constante por los motores de gas y reservar los máximos de las turbinas.

En fin, la regularidad del suministro exige que se disponga de reservas; ahora bien, para las grandes unidades estas reservas no necesitan ser proporcionalmente tan grandes y pueden no exceder del 20 por 100 de la potencia en marcha; resultan de aquí menores cargas de intereses y amortizaciones.

El coste del transporte de la electricidad es tanto más pequeño cuanto que la tensión es más elevada; he aquí por qué pueden admitirse para distancias que no excedan de 20 kilómetros, tensiones de 6.000 a 15.000 voltios; tensiones elevadas, de 100 000 voltios, por ejemplo, se imponen, por el contrario, para distancias del orden de 1.000 kilómetros. Las líneas podrán ser subterráneas en el primer caso, en el segundo serán aéreas.

Fundándose sobre estos diversos datos, se pueden crear gran-

En Bélgica, la potencia total instalada en las centrales eléctricas llegaba, aproximadamente, a 563 000 kilovatios en 1911, de éstos 129.000 para la industria minera; 78.000 para industrias diversas; 75.000 para la industria metalúrgica; 54.000 para las industrias textiles; 47.000 para la agricultura; 22.000 para los tranvías y 30.000 para la construcción. La potencia de las unidades en servicio no excedía entonces de 1.350 a 1.375 kilovatios.

De los 563 000 kilovatios instalados, no se utilizaban más que 399.000 para la potencia en marcha, estando 164.000 en reserva. La potencia media anual no era más que de 179.000 kilovatios y el factor de carga medio, de 45 por 100.

Si todas las industrias proyectadas hubieran sido alimentadas en común, por la marcha en paralelo, la potencia máxima demandada no hubiera excedido de 322.000 kilovatios, el factor de carga hubiera llegado a 61 por 100 y se hubieran podido li-

mitar las reservas a 60.000 kilovatios. Sobre estas cifras ha fundado su proyecto M. Courtoy.

Admitiendo la reconstrucción de todas las empresas existentes en 1911, la red que asegurase la marcha en paralelo se compondría de dos partes (fig. 2.<sup>a</sup>): las conexiones de centrales establecidas con cables armados, para corriente trifásica a 6.000 voltios 50 períodos; y los enlaces de grupos que asegurasen los cambios y la transmisión de la corriente de socorro entre los diferentes grupos, por líneas aéreas, para una tensión de 100.000 voltios.

Es natural que los diversos centros industriales constituyan cada uno un grupo (fig. 1.<sup>a</sup>). Las centrales del Hainaut tendrían una potencia total de 198.000 kilovatios, las de la provincia de Lieja de 124.000 y las del Limburgo de 60.000: en total 382.000 kilovatios, de ellos 322.000 en marcha y 60.000 en reserva. Los

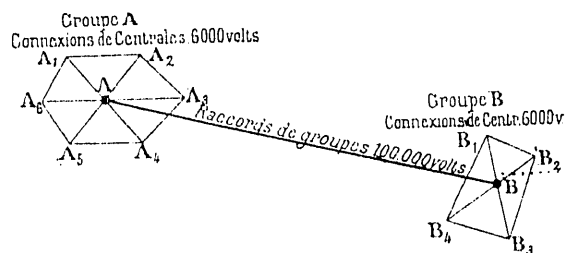


Fig. 2.<sup>a</sup>

enlaces constituirían una curva cerrada; tres enlaces transversales se han previsto, además, por Lieja Bruselas-Gante, Morlanwelz-Bruselas-Amberes y Morlanwelz-Namur-Lieja.

La importancia de los enlaces depende a la vez de las corrientes de cambio y de las corrientes de socorro. Además de su capacidad de cambio las líneas deberán ser susceptibles de llevar a un centro cualquiera, para el caso de accidente, por lo menos un 20 por 100 de la potencia en servicio.

#### Presupuestos comparativos de las marchas independientes y en paralelo.

| CASO SUPUESTO                                                                                                        | Gastos de instalación | Gasto total de explotación 8.760 horas. | Precio de coste del kilowatio-hora útil. | Combustible consumido en toneladas de carbón a 19 francos. | Número de trabajadores. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------|
|                                                                                                                      | Francos.              | Francos.                                | Cts.                                     | Francos.                                                   |                         |
| Marcha independiente de las instalaciones existentes en 1911...                                                      | 333.388.000           | 194.477.000                             | 12,4                                     | 3.632.000                                                  | 21.455                  |
| Marcha en paralelo de las mismas instalaciones existentes en 1911, sin estar afectas las centrales más pequeñas..... | 466.988.000           | 119.894.000                             | 7,6                                      | 1.883.000                                                  | 6.012                   |
| Marcha en paralelo de grandes centrales, sin estar afectas las instalaciones existentes.....                         | 578.993.000           | 100.658.000                             | 7,0                                      | 1.345.000                                                  | 3.008                   |
| Marcha en paralelo de las instalaciones existentes en 1911, destruyéndose las centrales más pequeñas.....            | 229.914.000           | 89.074.000                              | 5,7                                      | 1.883.000                                                  | 6.012                   |
| Marcha en paralelo de grandes centrales, destruyéndose las instalaciones existentes.....                             | 185.605.000           | 58.518.000                              | 3,7                                      | 1.345.000                                                  | 3.008                   |

Es interesante establecer los presupuestos comparativos de la marcha independiente y de las marchas en paralelo que se podrían instalar, según modificaciones más o menos completas de la situación en 1911, y admitiendo la misma producción total de energía anual que en esta época: 1.590 millones de kilowatio-hora útiles.

Los gastos de instalaciones comprenden dos partes distintas, relativas, una a las centrales, otra a las reservas y a las subestaciones.

El cálculo de los gastos anuales totales está fundado sobre una amortización del 10 por 100 y un interés del 5 por 100.

Para hacer comparables los diferentes combustibles se ha sustituido a las calorías de los gases de altos hornos y de hor-

nos de cok un número correspondiente de toneladas de hulla a 7.500 calorías por kilogramo.

Para que pueda resolverse el problema de la producción industrial de la electricidad en Bélgica, es indispensable, según la revista citada, que la ley conceda el derecho de paso sobre las vías públicas en todo el país y para todas las líneas eléctricas; la expropiación debe también poder obtenerse en ciertos casos.

Parece que la solución más recomendable sería la constitución de un *trust* de las instalaciones productoras de electricidad.

Esta es la solución adoptada desde hace bastante tiempo en Inglaterra por las redes del Durham y del Northumberland, y que ha dado resultados muy satisfactorios.

#### Fundaciones sobre arena movediza en Chicago.

Estas fundaciones, según el *Engineering News-Record*, tenían por objeto el establecimiento de un viaducto, para lo cual había que construir cuatro filas de pozos; el número de pozos previstos era de 120, con un diámetro de 1,17 metros.

El trabajo se comenzó por la excavación de pozos abiertos. La arena movediza se encontró a la profundidad de 20,10 metros e hizo necesario un cambio en el método de hinca. Se ensayó un revestimiento de acero por longitudes de 9,14 metros; pero se produjeron deformaciones a consecuencia de la existencia de grava y de grandes piedras.

Se decidió entonces establecer el revestimiento de acero en una primera longitud de 6,10 metros, formando un anillo de 1,40 metros de diámetro; después en una segunda longitud de 3,05 metros, formando un anillo de 1,24 metros de diámetro; el diámetro del pozo en la parte superior tuvo por consecuencia que ensancharse hasta 1.85 metros.

La arena movediza se extendía en una profundidad comprendida entre 20,10 y 25,60 metros.

Los pozos se llenaron de hormigón.

#### El dique de carenas Champlain en Quebec.

Esta obra, que describe el *Engineer*, es un dique de carenas de grandes dimensiones que se ha terminado recientemente en Quebec.

Antes de ahora, no había más que un dique de carenas que se había alargado hacia unos veinte años, aumentándose su longitud de 148 a 183 metros para una anchura de entrada de 18,90 metros.

El dique Champlain tiene una longitud útil total de 350,50 metros y puede dividirse en dos partes, una de 152,40 metros y la otra de 198,10 metros. La anchura de entrada es de 36,58 metros; la anchura en la coronación de 43,90 metros. La altura del agua sobre el dintel, para las altas mareas de aguas vivas, es de 12,20 metros y es de 6,70 metros para las bajas mareas de aguas vivas.

La entrada del dique está cerrada por una puerta rodante. La división en dos se hace por medio de un barco puerta.

El zameado y los muros están contruidos con hormigón.

Las bombas pertenecen al tipo centrífugo horizontal. El vaciado del dique dura por término medio dos horas y media.

Los gastos se han elevado a un total de 16.825.000 francos.

#### Diques de acero para la protección de las riberas.

Unos diques compuestos de trípodas de acero se han empleado para combatir las erosiones en el Kaw River en el Estado del Kansas (Estados Unidos). Cada trípode consiste en tres viguetas de 4,90 metros de longitud reunidas en su punto medio y formando un conjunto que puede estar derecho en todas sus posiciones; los extremos de las viguetas están unidos por hilos de acero.

Cuando estos trípodas se ponen en fila para formar un dique o espolón que avanza en el agua, están unidos por un cable horizontal sujeto al punto medio de cada elemento y fijado por