

parece a primera vista al considerarla como causa presunta de porosidad, sino que desempeña un papel bastante activo en la vida y características del hormigón e influyendo en sus buenas cualidades. Desde luego, no queremos decir con esto que toda el agua libre influye favorablemente, pero sí una parte de ella.

Observando después de la rotura los bloques de hormigón sometidos al citado caldeo, podría apreciarse claramente el aspecto desastroso del mismo como piedra calcinada muy cargada antes de humedad. Hay que manifestar que la temperatura de caldeo fué normalmente de 60° a 80° C., o sea, que no se trata de temperaturas elevadas que puedan influir sobre los resultantes de la reacción química del fraguado. Más bien en nuestro concepto este fenómeno es puramente físico, ya que al aumentar de volumen

los intersticios capilares llenos de agua (agua libre), por efecto de la temperatura, las pequeñas burbujas de vapor por un lado y por otro la dilatación de los restantes elementos, producen tensiones internas que modifican el estado molecular del hormigón, disminuyendo la cohesión de sus elementos. En una palabra, el agua libre, una vez fraguado el cemento, es el elemento ligante que a través de la red capilar que la contiene establece la debida cohesión entre los agregados y sirve de medio ambiente favorable a la vida y endurecimiento de los resultantes del fraguado, pues es sabido que los hormigones ganan resistencia y compacidad con el tiempo, disminuyendo a su vez la cantidad de agua libre y aumentando la combinada.

Ramón ESCARTÍN BESCÓS,
Ingeniero militar y Ayudante
de Obras públicas.

Rasgos característicos del sistema de electrificación de la U. R. S. S.¹

III. — LA EFICACIA DEL DESARROLLO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO CENTRALIZADO DESDE EL PUNTO DE VISTA NACIONAL.

El desarrollo de la electrificación centralizada ha creado un notable progreso de orden técnico y económico en la industria eléctrica del país. La generalización de dichos factores técnicos y económicos demuestra claramente el valor que, desde el punto de vista nacional, tiene el establecimiento de una industria electro-energética centralizada. Citemos los más importantes de estos factores.

1. La concentración de las potencias generadoras

¹ Memoria presentada a la Conferencia Internacional de Grandes Redes Eléctricas. Traducción de Eulogio Mellado, Ingeniero de Caminos. Véase REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, número 19, de 1936.

de las centrales y de los grupos generadores. — El desarrollo de la electrificación centralizada en la U. R. S. S. se encuentra estrechamente ligado a un notable progreso en la *concentración*, sobre una base técnica muy elevada, de las potencias generadoras de las centrales y de los grupos, lo que a su vez produce una reducción del precio por unidad de la instalación, un aumento del rendimiento, una disminución de los gastos de explotación, etc. El cuadro VII muestra los resultados de los cálculos de la dinámica de concentración de las potencias generadoras de las centrales eléctricas de la U. R. S. S. en comparación con Alemania y Francia.

Estos datos demuestran que el nivel relativo de concentración de las potencias de las centrales en la U. R. S. S. ha sido ya en 1932 mayor que en Alemania y en Francia. La industria eléctrica de la U. R. S. S. comprendía, en 1934, 13 centrales de más

CUADRO VII. — DINÁMICA DE LA CONCENTRACIÓN DE POTENCIAS DE LAS CENTRALES DE UTILIDAD PÚBLICA EN LA U. R. S. S., EN ALEMANIA Y EN FRANCIA.

GRUPOS DE CENTRALES SEGÚN LA POTENCIA (EN MW.)	U. R. S. S.				ALEMANIA ¹				FRANCIA ²
	1928		1932		1928		1932		1930
	Potencia.	Producción.	Potencia.	Producción.	Potencia.	Producción.	Potencia.	Producción.	Potencia.
EN TANTO POR CIENTO DEL TOTAL CORRESPONDIENTE									
Hasta 10	33,3	4,3	9,6	2,0	14,9	12,3	12,0	14,1	9,8
11-50.	24,8	37,6	19,1	18,1	63,6	56,2	29,2	26,1	35,1
51-100	41,9	58,1	22,6	28,3	—	—	25,1	15,7	23,2
Más de 100	—	—	48,7	51,6	21,5	31,5	33,7	44,1	31,9
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100

¹ Statistisches Jahrbuch für das Deutsches Reich, 1930, pág. 1935. Wirtschaft und Statistik, 1934, número 1.

² Elektrizitätsverwertung, 1933, abril. (Artículo de L. Chelmev: "La distribution d'énergie électrique en France pendant l'année 1930.")

de 100 Mw.¹ Su potencia total es de 2 075 Mw. (34 % de la potencia total de las centrales eléctricas del país) su producción anual era de 8 418 millones de kw./h., o sea 41,2 % de la producción total de energía eléctrica del país. En 1934, estaban en servicio, en la industria eléctrica de la U. R. S. S., 34 centrales con una producción anual de más de 100 millones de kw./h.² La producción de estas centrales en 1934 era de 13,4 mil millones de kw./h. (65,4 % de la producción total del país).

La comparación siguiente es característica: En Inglaterra, en que la producción eléctrica total del país durante el año 1932 era de 17,5 mil millones de kw./h., el número de centrales con una producción anual de más de 100 millones de kw./h. era, según los datos de la Memoria de la *Electricity Commissioners*³ de 37, con una producción total de energía eléctrica de 7,44 mil millones de kw./h., en tanto que en la U. R. S. S. el número de tales centrales es menor (34), pero su producción es más importante (13,4 mil millones de kw./h.). La relación entre la producción de este grupo de centrales y la de Inglaterra entera era de 42,5 %, en tanto que en la U. R. S. S. ascendía al 65,4 %. En 1934 ha habido tres centrales eléctricas: Kachira, Chatura y Dniepr, con producción de más de mil millones de kw./h. cada una. Estas tres centrales han dado una producción total que es vez y media mayor que la de todas las centrales eléctricas de Rusia en 1913.

Al desarrollo de la electrificación centralizada en la U. R. S. S. y a la concentración de la potencia de las centrales va naturalmente unido el paso a los tipos de grupos más poderosos y técnicamente más perfectos.

En 1928-1929, la potencia típica de un turbo-generator era, en las centrales soviéticas, de 5 a 10 Mw., y en casos excepcionales, de 22 Mw. En la actualidad, el tipo principal para las centrales de condensación es ya de 50 Mw. y para las centrales combinadas, de 12 y 25 Mw. (Los grupos de este último tipo se cuentan entre los más importantes del mundo para la producción combinada de fuerza y de calor). En 1935 se ha logrado concentrar en 26 grandes máquinas más de las dos quintas partes de la potencia total de las centrales eléctricas regionales.

El paso a estos nuevos tipos de grupos poderosos marca también un progreso considerable en el perfeccionamiento técnico de los mismos (obtención de mejores parámetros electro-técnicos y termo-técnicos).

2. *Progreso en la base energética: utilización de los combustibles locales y de la hulla blanca.* — El desarrollo de la electrificación centralizada y de las redes eléctricas de alta tensión produce, a su vez, modificaciones técnicas y técnico-económicas muy importantes en la base energética de las centrales eléctricas. Tales son: la utilización de los combustibles locales de bajo valor calorífico y de la hulla blanca.

El cuadro VIII muestra un resumen de las modificaciones de la base energética de la industria eléctrica centralizada de la U. R. S. S. En lugar de dos tipos de combustible (carbón de calidad superior aportado desde lejanas distancias y nafta), que eran los únicos conocidos en las centrales rusas, se ha lle-

gado a basar la producción eléctrica, en la actualidad, en los recursos locales de energía, hasta la proporción de dos tercios. En las centrales eléctricas regionales, los combustibles que se utilizan principalmente son ahora la turba, los residuos de antracita, los residuos de carbón de los alrededores de Moscú, los carbones del Ural, de Tcheliabinsk y de Kisel, los carbones de Siberia, etc. Es preciso notar muy especialmente que la electrificación soviética ocupa el primer lugar en el mundo por la potencia de las centrales alimentadas con turba y por el volumen de la turba utilizada¹. De las centrales regionales, las más poderosas se encuentran en la cercanía de las bases de combustibles locales y cerca de las fuentes de hulla blanca, cuyo desarrollo ha sido posible gracias al establecimiento de una base centralizada de energía eléctrica en todo el país (algunas de entre ellas constituyen, por el conjunto de sus parámetros técnicos, un *record* de la electrificación mundial²). Debe señalarse, en particular, la rapidez de la construcción de las centrales hidroeléctricas, que constituyen el principal elemento de la industria eléctrica. Durante estos últimos cinco años, la potencia de las mismas ha alcanzado la cifra de 700 000 kw., habiendo aumentado en siete veces. Además, se encuentran en construcción otras centrales, con un total de 1 500 000 kw.

CUADRO VIII. — PROGRESOS EN LA UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS LOCALES (PROPORCIÓN EN TANTO POR CIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LAS CENTRALES REGIONALES QUE FUNCIONAN, CON LAS DIFERENTES FUENTES DE ENERGÍA)

FUENTES DE ENERGÍA	1913	1933
I. Combustible local, comprendiendo:	0	67,6
Turba en trozos	—	19,0
Turba al natural	—	4,1
Carbón de la cuenca del Donetz	—	2,7
Restos de antracita (local)	—	14,3
Carbón de la región de Moscú.	—	8,4
Carbón del Ural y de Siberia.	—	9,6
Nafta	—	7,3
Madera	—	1,5
Otros tipos de combustibles locales	—	9,7
II. Combustible traído de larga distancia, comprendiendo:	100	23,2
Nafta	60	10,1
Carbón de la cuenca del Donetz	40 ³	13,1
III. Energía hidráulica	0	9,2

En 1932 se ha puesto en servicio la central hidroeléctrica del Dniepr, la mayor del mundo, con una potencia total de 558 Mw. Sobre la base de dicha central, se ha construido un complejo industrial muy poderoso de fábricas consumidoras de energía eléctrica⁴, se ha construido una ciudad nueva⁵, se han

¹ La potencia total de estas centrales a base de turba pasa de 900 Mw.

² Véase más adelante.

³ En gran parte, carbón extranjero (inglés).

⁴ Una fábrica de aluminio, con una producción en proyecto de 40 000 tn. por año; una fábrica de aleaciones de hierro, con una producción en proyecto de 78 000 tn. por año; una fábrica de acero de alta calidad para útiles, con una producción de 760 000 tn. por año; un combinado metalúrgico (fábrica de productos químicos y de cok, altos hornos, hornos Martín y laminadoras), con una producción de 1 275 000 tn. de acero laminado de alta calidad.

⁵ Con una población de 270 000 habitantes (1934).

¹ La primera central de esta potencia fué puesta en servicio en 1930 (Chatura, en el sistema eléctrico de Moscú).

² En 1926-27 sólo había cuatro centrales análogas.

³ Véase E. T. Z., 1934, pág. 345.

restablecido el transporte fluvial y el ferroviario y se ha desarrollado considerablemente la electrificación de la agricultura de las regiones del Dniepr. Además, la central hidro-eléctrica del Dniepr servirá como centro del sistema eléctrico interregional, actualmente en construcción, y que comprende los sistemas eléctricos de la cuenca del Donetz, del Dniepr y de los mares Negro y Azov. (Véase más adelante.)

En 1933 ha sido puesta en servicio la central hidro-eléctrica de la Baja Svir (potencia instalada: 72 Mw.; potencia en proyecto, 100 Mw.), que queda incluida dentro del sistema eléctrico de Leningrado.

En las Repúblicas nacionales de Georgia, Armenia y Asia Central se ha puesto igualmente en servicio un cierto número de centrales hidro-eléctricas de importancia, constituyendo los elementos principales de desarrollo y reconstrucción de las regiones correspondientes, que, antes de la Revolución de Octubre, se encontraban bastante más atrasadas que la propia Rusia.

En 1934, las centrales hidro-eléctricas regionales han producido 2,1 mil millones de kw./h., contra 400 millones de kw./h. en 1930.

El establecimiento y explotación de las más grandes centrales, como elementos del sistema eléctrico centralizado, han venido a probar su eficiencia, excepcionalmente elevada desde el punto de vista nacional.

3. *Centrales combinadas (fuerza y calor).* — El establecimiento de un sistema eléctrico centralizado constituye un factor esencial en el desarrollo de las centrales combinadas. Según ha demostrado la experiencia del desarrollo planificado de la industria eléctrica de la U. R. S. S., el establecimiento de centrales combinadas no está en contradicción con la electrificación centralizada, sino que, muy por el contrario, constituye la base del sistema eléctrico unificado y centralizado. Precisamente dentro de las condiciones de los sistemas eléctricos centralizados y planificados es donde se hace posible el rápido desarrollo de centrales combinadas con un rendimiento elevado. La potencia total de las mismas ha alcanzado en 1934 una cifra superior a 900 Mw. (contra 125 Mw. en 1930), comprendiendo en dicha cifra la de 500 Mw. de las centrales regionales combinadas.

Gracias al trabajo de estas últimas, ha ahorrado la economía nacional en 1934 más de un millón de toneladas de combustible.

De las centrales combinadas, con una potencia total de 2,3 mil millones de kw. que deben entrar en servicio durante el período del segundo plan quinquenal (1933-1937), más de las dos terceras partes de la potencia corresponde a centrales regionales combinadas, que se destinan a integrar sistemas eléctricos.

4. *Régimen de las centrales eléctricas. Coeficientes de carga. Rendimiento.* — La influencia del desarrollo de la electrificación centralizada en la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas ejerce un efecto esencialmente importante en los índices cualitativos del funcionamiento de las centrales eléctricas.

Como se sabe, son índices importantes los coeficientes de la carga, de la reserva y del régimen de servicios. La capital importancia de los mismos se debe, en primer lugar, al hecho de que la industria eléctrica se encuentre incluida entre aquéllas que precisan un valor orgánico relativamente más elevado del capital (así como una relación extremadamente elevada, en comparación con otras industrias, entre

CUADRO IX. — DINÁMICA COMPARATIVA DE LOS COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA EN LAS CENTRALES ELÉCTRICAS EN LA U. R. S. S. Y EN OTROS PAÍSES.

PAÍS	1913	1929 ¹	1933	1934 ²
	COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN ³ EN HORAS			
U. R. S. S. ⁴ . . . a ⁵	2 400	3 300	3 025	4 000
b	1 770	2 700	3 310	3 540
Alemania ⁶ a	2 020	2 100	1 830	---
b	---	2 475	2 020	---
Estados Unidos ⁷ a	2 240 ⁷	3 100	2 345	2 500
Inglaterra ⁸ . . . a	1 500	1 575	1 500	---
b	1 530	---	1 040	---
Italia ⁹ a	---	2 500	2 435	---

el capital de fundación y el capital constante). Por esta razón, los coeficientes de carga representan un factor decisivo para calcular la importancia y la estructura del precio de coste de la energía¹⁰. Asimismo conviene subrayar la influencia directa de los coeficientes de carga y de régimen en el resultado definitivo del funcionamiento de las centrales.

No constituye exageración el decir que los índices de carga reflejan, como en un espejo, toda la gama de los momentos técnicos y técnico-económicos de la estructura y del funcionamiento de la industria eléctrica. El análisis detallado de los datos existentes sobre la dinámica del desenvolvimiento de la industria eléctrica en la U. R. S. S. demuestra, de un modo que no deja lugar a dudas, la influencia, particularmente eficaz, de la electrificación centralizada sobre estos índices cualitativos. El cuadro IX da los resultados del cálculo de la dinámica de los coeficientes de utilización de la potencia instalada en la industria de la U. R. S. S. y en los otros países. Estos datos demuestran lo que sigue:

a) El coeficiente medio anual de utilización de las fábricas de electricidad centralizadas en la U. R. S. S.

¹ Los coeficientes de utilización se calculan hallando la relación entre la producción anual de energía eléctrica y la potencia generadora instalada. Para la determinación exacta de los mismos, hubiera sido preciso tomar la potencia instalada media del año, pero las estadísticas energéticas de los demás países (fuera de la U. R. S. S.) no permiten deducir este último valor. Por consiguiente, los índices que se indican no son completamente comparables. Ello, sin embargo, no influye en las deducciones que se obtienen del análisis de los datos de este cuadro.

² 1934. Calculado según datos preliminares.

³ En el cálculo de los coeficientes de utilización de las centrales regionales se ha tomado, como denominador de la fórmula, la potencia instalada media del año (no la potencia instalada en fin de año).

⁴ a Centrales eléctricas regionales (para los demás países, fuera de la U. R. S. S., centrales de utilidad pública); b Todas las centrales del país.

⁵ Calculado según *Wirtschaft und Statistik*, 1932-1934; *Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich*, y *Die Elektrizitätswirtschaft im Deutschen Reich*.

⁶ Según el *Electrical World*, 1934, número 1.

⁷ Año 1912.

⁸ Según *Elektrizitätswirtschaft* 1930 número 504; *World Power*, abril 1933.

⁹ Según *L'Energia Elettrica*. Suplemento mensual. Diciembre 1933 y abril 1934.

¹⁰ Véase *Gesamtberichte der II Weltkraftkonferenz*, Berlín, 1930; *Conférence Internationale des Grandes Réseaux Électriques*, t. III, 1933 (Kneller, *L'amélioration du facteur de puissance*).

es considerablemente más elevado que el que corresponde a la industria eléctrica descentralizada.

b) Cada kilowatio de potencia instalada en las centrales de la U. R. S. S. da una producción media por año considerablemente más elevada que la de los demás países indicados en el cuadro IX¹.

c) El crecimiento del número de horas de utilización de la potencia instalada, en comparación con el período de ante-guerra, es más elevado en las centrales eléctricas de la U. R. S. S.

d) Con el desenvolvimiento de la industria eléctrica centralizada, los índices de utilización de las potencias generadoras en la U. R. S. S. aumentan de un modo continuo, en tanto que en la mayoría de los restantes países, a partir del comienzo de la crisis de 1929 hasta 1933, se ha producido la tendencia contraria y especialmente el rebajamiento de los coeficientes anuales de utilización.

El establecimiento de una industria eléctrica centralizada ejerce una poderosa influencia, no solamente en los coeficientes resultantes de la carga, sino también en el *régimen*, en el gráfico diario y anual de la carga de las centrales eléctricas y de los sistemas eléctricos en el sentido de su igualación. Es bien conocida la importancia de la solución del problema de la igualación de los gráficos de carga.

En el capítulo siguiente se trata de los sistemas eléctricos; se examina esta cuestión al detalle partiendo de los gráficos completos de la carga de los principales sistemas eléctricos de la U. R. S. S. Hagamos notar aquí el aspecto principal de la cuestión. Precisamente, en las condiciones en que se desenvuelve la electrificación dirigida, se encuentran los medios más eficaces para resolver este importante problema. Estos medios se reflejan principalmente en cuanto se refiere al reglamento planificado para los consumidores de energía eléctrica, así como al reglamento planificado que fija el régimen óptimo a las centrales eléctricas. Debe entenderse, desde luego, que las medidas tomadas en el reglamento del régimen de los consumidores tienen en cuenta, no solamente los intereses del mejor funcionamiento de los sistemas eléctricos, sino también la eficiencia desde el punto de vista nacional de los mismos.

En este sentido, el siguiente extracto de la Orden de Gobierno referente a la regulación del régimen de consumo de la energía eléctrica en relación con el funcionamiento de los sistemas eléctricos y de las centrales, caracteriza perfectamente los rasgos de la electrificación dirigida:

ORDEN DEL COMISARIADO DEL PUEBLO PARA LA INDUSTRIA PESADA, NÚM. 552, MOSCÚ, 28 DE JULIO DE 1932.

Rebajamiento de la carga de las instalaciones eléctricas en los períodos de máxima:

... Con objeto de crear condiciones apropiadas para la racionalización máxima de la producción y del

consumo de energía eléctrica, se ordena a todos los establecimientos del Comisariado del Pueblo para la industria pesada que se alimentan por redes regionales de la Dirección Central de Energía (Glavenergo):

... Determinar sobre la base de los gráficos existentes la proporción en que se podrían rebajar las cargas en las horas de máxima de las Centrales regionales por medio de una modificación correspondiente en el régimen de funcionamiento de los motores, de la distribución de sus cargas y, donde sea necesario, por el cambio de las horas de trabajo de los establecimientos, etc.

Establecer un sistema de primas para el personal que toma parte en la investigación de los medios conducentes a la racionalización de la rebaja de la carga en los períodos de máxima, en la proporción del 25 por 100 de la cantidad de las disminuciones obtenidas en los establecimientos industriales de las Direcciones regionales existentes para tal fin.

Fijar el reparto de los días de descanso de los establecimientos industriales conforme a las prescripciones de las Direcciones regionales del Glavenergo, que se concentrarán con los representantes del Comisariado del Pueblo de la industria pesada y con los Comités ejecutivos de los Soviets locales.

Encargo al Glavenergo de vigilar por la ejecución de la presente orden.

DECRETO DEL CONSEJO DEL TRABAJO Y DE LA DEFENSA. — MOSCÚ, KREMLIN, NÚM. 1551, 10 DICIEMBRE 1932.

Medidas para asegurar la máxima utilización de la potencia de las centrales eléctricas:

... Los jefes de las Direcciones regionales del Glavenergo, de acuerdo con los presidentes de los Comités ejecutivos de los Soviets y con los establecimientos interesados, tienen obligados a dictar las medidas necesarias para la máxima concentración en los gráficos de consumo de energía eléctrica por medio de un reparto uniforme de los días de descanso de los establecimientos industriales, de la modificación de los procesos de fabricación que absorben demasiada energía eléctrica durante las horas de la noche, por la reglamentación de los intervalos entre las horas de trabajo, etc.

Estas ordenanzas oficiales, cuyo cumplimiento es obligatorio, pueden servir para comprender las particularidades fundamentales del desenvolvimiento dirigido de la electrificación.

El desenvolvimiento de la electro-energética de la U. R. S. S. ha ejercido una marcada influencia en el aumento de rendimiento de las centrales eléctricas. Ello se muestra en los datos del Cuadro X, en el que vienen expresadas las cifras del consumo medio anual de combustible por unidad, así como el rendimiento de las centrales regionales de la U. R. S. S. para los años 1913-1934. El consumo de combustible por kilowatio-hora producido por las centrales regionales ha sufrido una disminución del 40,3 por 100 durante dicho período.

Si la producción de energía eléctrica en las centrales térmicas regionales durante el año 1934 hubiera estado al nivel del rendimiento de las mismas en 1913, se hubieran consumido 5,24 millones de to-

¹ Un kilowatio instalado ha dado por año, en las centrales eléctricas de la U. R. S. S. y en 1934, una media de 4 000 kw./h., aproximadamente; en Inglaterra, un kilowatio instalado en las centrales de interés público, no ha dado en 1931 una media superior a 1 600 kw./h.; en Alemania, 2 220 kw./h. (1929); en los Estados Unidos, 3 100 kw./h. (1929); en Italia y en Bélgica, 2 500 kw./h., aproximadamente; en el Japón, 3 000 kw./h., aproximadamente.

neladas de combustible más de la cifra efectiva; en otras palabras: la economía de combustible ha sido de más de 67 por 100 en el total de las centrales regionales de 1934, gracias al aumento de rendimiento. Desde luego, en todos estos cálculos no se han tenido en cuenta los cambios cualificativos indicados precedentemente, es decir, la transición desde el combustible de alta calidad traído de largas distancias a los recursos energéticos locales.

CUADRO X.—DINÁMICA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE POR UNIDAD Y DEL RENDIMIENTO DE LAS CENTRALES TÉRMICAS REGIONALES DE LA U. R. S. S.

AÑOS	CONSUMO DE COMBUSTIBLE POR KW./H. DE ENERGÍA PRODUCIDA		Rendimiento en %.
	en calorías.	en % de la producción de 1913.	
1913	8 050	100	10,6
1925-26	7 210	89,5	11,9
1930	6 020	74,8	14,3
1933	5 110	63,4	16,8
1934 ¹	4 800	59,7	17,9

Es preciso notar muy especialmente que el máximo progreso en el rendimiento ha tenido lugar precisamente en las centrales que funcionan con combustible local (turba, residuos de carbón, etc.). Ello se debe a las ventajas que se consiguen con una electro-energética centralizada y dirigida, basada en el aprovechamiento de combustibles locales de bajo valor calorífico, en lugar de aquellos otros de primera calidad que es preciso aportar desde grandes distancias.

Constituye también una indicación del progreso obtenido en los índices cualificativos del funcionamiento del sector centralizado de distribución de energía eléctrica los datos medios de la disminución de *pérdidas en las redes* que, valoradas en un 13,7 por 100 (en relación con la producción total de energía eléctrica) durante el año 1928, descienden al 9,44 por 100 en 1934.

En el análisis arriba detallado han quedado puntualizados los problemas principales que se plantean para alcanzar la máxima eficiencia desde el punto de vista de la economía nacional y del establecimiento de una energética centralizada y dirigida en la U. R. S. S. Es preciso, no obstante, tener en cuenta al mismo tiempo que la consecución de dicha eficiencia no se refleja solamente en los factores arriba examinados referentes a la reconstrucción y racionalización de la industria eléctrica propiamente dicha (producción y distribución de energía). El desenvolvimiento de la electrificación en el sentido de llegar a establecer una electro-energética centralizada y dirigida en todo el país, representa uno de los principales factores para la electrificación en gran escala de la total economía nacional y uno de los elementos más importantes para la rápida transformación de todas las ramas de la misma sobre un nivel más elevado: sobre el nivel de la técnica eléctrica.

¹ En once meses.

IV. DESARROLLO DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS EN LA U. R. S. S.

1. *Principales sistemas eléctricos de la U. R. S. S.*
El principal elemento de la industria eléctrica centralizada de la U. R. S. S. es el sistema electro-energético dirigido.

En 1934 existían seis sistemas eléctricos con una producción anual de mil millones de kw./h. cada uno (véase cuadro XI), de los cuales tres tenían una producción superior a dos mil millones de kw./h. cada uno. En el cuadro XI, *a*, se detallan, a los efectos de comparación, cuatro sistemas eléctricos alemanes escogidos entre los más importantes de Europa, comprendiendo una producción anual superior a mil millones de kw./h. (Solamente hay cuatro sistemas de estos en Alemania.)

Aunque, por la potencia instalada, no se cuentan los primeros sistemas eléctricos soviéticos en primera fila si se les compara con los similares alemanes, que son los más importantes de Europa, por su producción anual, presentan una franca superioridad¹.

Especialmente, el sistema eléctrico de Moscú ha alcanzado el primer lugar en Europa por la cifra de su producción anual. Solamente pueden contarse por encima del mismo los cuatro sistemas eléctricos americanos más importantes²: Niágara Hudson Power Corporation System (la producción eléctrica anual en 1933 era de 6.10^8 kw./h.)³; Consolidated Gas Co of N. Y. System Electr. Affiliates (cuya producción eléctrica en 1933 era de 5.10^9 kw./h.; Pacific Gas and Electric Co (1933, 4.10^9 kw./h.), y Commonwealth Edison Co (1933, $3,8.10^9$ kw./h.).

CUADRO XI.—SISTEMAS ELÉCTRICOS DE LA U. R. S. S. EN 1934.

DENOMINACIÓN DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS	Potencia instalada hacia el 1 Enero 1935 (en MW).	Producción de energía eléctrica en 1934 (en 10^9 kw/h).	Parte que corresponde al sistema en la producción de enrgía.	
			A las centrales del sector centralizado en %.	A todas las centrales en %.
Moscú	700	3,44	22,5	16,7
Leningrado	516,4	2,06	13,5	10,0
Cuenca del Donetz ¹	620	2,76	18,2	13,5
Ural	400	1,13	9,1	7,0
Dniepr	542,1	1,28	8,1	6,2
Gorki-Ivanovo ²	340	1,09	7,2	5,3

¹ Esto demuestra, a su vez, entre otras cosas, que cada kilowatt de potencia instalada en los sistemas eléctricos de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas está, por término medio anual, considerablemente mejor utilizado que en los sistemas alemanes.

² *Supplement to Electrical World*, 5 mayo 1935.

³ Se incluye la Canadian Niagara Power Co., en la Niagara H. P. Co. System, así como también The St. Lawrence Power Co. (Canadá).

¹ El 22-XII-34, el sistema eléctrico de la cuenca del Donetz fué puesto en paralelo con el de los mares Azov-Negro por Taganrog (central eléctrica de Chakhty, de 90 mw., y otras). La potencia de este último sistema representa 117,3 Mw., y la producción de 1934, 401, 7.10^9 kw./h. Por consiguiente, la potencia total del sistema unido representa la cifra de 737,3 Mw. hacia el 1.º de enero de 1935. Para el sistema interregional del Sur, consúltese más adelante.

² Las centrales eléctricas del nudo de Gorki se enlazan con las del nudo de Ivanovo por medio de una red de 110 kv.

Los cálculos siguientes muestran el nivel relativo de la centralización y concentración de los principales sistemas eléctricos en la U. R. S. S., en Alemania y en los Estados Unidos.

Tanto por ciento de la producción anual de los sistemas eléctricos que tienen las producciones siguientes:

	U. R. S. S. (1934)	Alemania ¹ (1933)	E.E. U.U. ² (1933)
Más de mil millones de kilowatios/hora por año.	79,2	36,4	59,0
Más de dos mil millones de kilowatios/hora por año.	54,2	15,1	32,0

(Considerando la industria eléctrica total del país).

Estos datos demuestran la superioridad grande de la U. R. S. S. por el porcentaje que corresponde a los sistemas eléctricos importantes (o sea los que

¹ Los cálculos se basan en las fuentes arriba citadas.

² Idem id. id.

tienen una producción anual de más de uno y más de dos mil millones de kw./h. en el conjunto de la industria eléctrica total de los respectivos países.

2. *Dinámica del desenvolvimiento de los principales sistemas de la U. R. S. S.* — Merece especialmente mencionarse la dinámica del desenvolvimiento de los sistemas eléctricos de la U. R. S. S. como resultante directa de la dinámica de la economía dirigida.

La industria eléctrica recibida como herencia de la antigua Rusia era extremadamente pobre. En las regiones en donde ahora existen algunos de los sistemas más importantes de Europa, sólo había entonces un cierto número de pequeñas instalaciones descentralizadas cuyo rendimiento era, incluso para aquella época, extremadamente bajo.

A. A. TCHERNYCHOFF y B. I. WEITZ.

Profesores del Comité de las Conferencias científicas y técnicas internacionales y del Instituto Energético Krijanovsky, de la Academia de Ciencias de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (Moscú).

(Continuará.)

Crónica

El centenario de Mac-Adam.

Se cumple este año el centésimo aniversario de la muerte del ingeniero escocés John London Mac-Adam, considerado universalmente como el iniciador de la técnica de la carretera moderna, aunque sería injusto olvidar su predecesor en este campo, el ingeniero francés Trésaguet.

Mac-Adam no fué solamente un reformador técnico, sino también un activo propagandista de la conveniencia de proceder a una profunda reorganización administrativa del servicio de carreteras. A fines del siglo XVIII y principios del XIX, en Inglaterra la conservación de las carreteras corría a cargo de las Parroquias (Parish), cada una de las cuales nombraba un comisario, puesto honorífico y sin retribución. Los comisarios, a su vez, elegían un inspector que era quien efectivamente se ocupaba de recaudar tributos, ejecutar los trabajos precisos y atender a los gastos.

A mediados del siglo XVIII el Parlamento inglés autorizó por primera vez el establecimiento de portazgos en las carreteras (turnpike roads), sistema que en tiempos de Mac-Adam se aplicaba sobre una red de 40 000 km., que producían ingresos por un total de 1 250 000 libras esterlinas. Además de estos recursos, las Parroquias podían exigir, para atender a las carreteras, la prestación personal por período de tres a seis días, redimibles en dinero.

Pero los comisarios se ocupaban poco de las carreteras; los inspectores no se distinguían por su honradez administrativa y las Parroquias no eran capaces de ponerse de acuerdo para realizar una labor de conjunto inspirada en el interés general.

En la parte técnica las cosas no marchaban mucho mejor. El siglo XVIII había dejado al XIX, como herencia, unas carreteras en las que la superficie de rodadura estaba constituida por el terreno natural, con grandes piedras incrustadas en él, formando una especie de conglomerado basto de elementos gruesos. Los trabajos de conservación se reducían a un recargo anual de piedra que se amontonaba a lo largo del eje del camino, dejando a los mismos vehículos el trabajo de distribución y apisonado. El resultado era un perfil transversal deformado, con enorme bombeo, que obligaba a los vehículos a marchar por el centro de la carretera para evitar el

vuelco. Al poco tiempo se formaban dos profundas rodadas simétricas respecto al eje del camino, entre las cuales las pezuñas de las caballerías labraban otro surco. Todo ello se llenaba de agua en las épocas de lluvia, y el conjunto se reblandecía hasta el punto de no poder soportar la carga de los vehículos.

Mac-Adam, con gran tesón, dedicó su esfuerzo a corregir en muchos miles de kilómetros los defectos que quedaban apuntados, y a cuya observación y estudio dedicó su gran genio práctico. Su método de trabajo puede resumirse, en grandes líneas, como sigue:

1.º Escarificación general de la carretera, con una profundidad media de 4 pulgadas.

2.º Eliminación de todas las piedras de peso superior a seis onzas, empleando para lograrlo un rastrillo con los dientes convenientemente espaciados.

3.º Rectificación del perfil transversal para reducir el bombeo a un máximo de tres pulgadas en el centro de una carretera de treinta pies de ancho.

4.º Machaqueo de las piedras recogidas con el rastrillo y amontonadas a los lados de la carretera, partiéndolas en pedazos de peso no superior a seis onzas (cubo de 4 cm.).

5.º Distribución de la grava así obtenida sobre la superficie de rodadura, repartíendola en varias capas (generalmente tres).

Mac-Adam también utilizó el rodillo compresor. Sus procedimientos encontraron gran aceptación, tanto por su eficacia técnica como por su aspecto administrativo y social. Precisaban de abundante mano de obra, lo que reducía los gastos que las Parroquias habían de realizar para atender a sus pobres. También logró que los productos de los portazgos fueran suficientes para atender a los gastos, gracias a lo cual pudo suprimirse la prestación personal obligatoria. Y en este ambiente hay que situar la figura de Mac-Adam para comprender la gran popularidad de que ha gozado y el constante recuerdo que de él conservan sus compatriotas.

Desde su regreso de América, en 1798, hasta su muerte, acaecida en 1836, o sea, durante cerca de cuarenta años, dedicó toda su actividad y atención a la mejora de las carreteras de su país, insistiendo siempre en la necesidad de crear unidades de mayor extensión que las Parroquias, de sanear la administración del servicio de carreteras y de crear una Inspección General de Carreteras con jurisdicción en toda Inglaterra.