

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente.... Excmo. Sr. D. Eduardo López Navarro, Inspector general del Cuerpo.
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
 D. Antonio Sontier, Profesor de la Escuela de Caminos.
 D. Enrique Latre, Ingeniero de Caminos (Sección de Información).
 D. Manuel Maluquer, Ingeniero de Caminos del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

ESTADISTICA DE LA INDUSTRIA ELECTRICA EN ESPAÑA EN FIN DE 1901

(CONCLUSIÓN)

Estado 4.º—Datos de la generación y consumo del fluido eléctrico.

Hemos reunido en este estado los principales datos de cada fábrica sobre la generación y consumo de fluido, las tarifas aplicadas para su venta y el consumo medio diario en kilovatios-hora.

Estando agrupadas las fábricas por localidades en los estados anteriores, se ha agregado la naturaleza de la fuerza motriz de cada una la potencia de sus generadores de fuerza y fluido, capacidad de los acumuladores, sistema de distribución adoptado y distancia del centro de producción al de distribución más lejano.

La naturaleza de la corriente se ha dividido en continua, monofásica, bifásica y trifásica, y el sistema de distribución en bifilar y trifilar, por ser éstos los únicos empleados.

El consumo se ha dividido en tres grandes grupos: iluminación pública, ó sea la existente en calles y vías públicas; iluminación privada, que comprende toda clase de edificios públicos ó particulares, y fluido empleado para fuerza motriz, separando el número de motores y su potencia en caballos.

Análoga clasificación se ha adoptado para las tarifas, por existir en general precios diversos para estas tres aplicaciones del fluido eléctrico.

Es digna de notarse la relación entre las bujías de iluminación pública y privada. Entre lámparas incandescentes y de arco existen 2.149.781 bujías para la iluminación de calles y vías públicas, y para el alumbrado particular 40.933.066, evidenciándose la poca importancia adquirida por la iluminación eléctrica pública en España con sólo comparar estas cifras con las 2.600.000 y 13.250.000 que les corresponden respectivamente en Italia. Se ve que en ella la iluminación pública alcanza á $\frac{1}{4}$ de la privada, mientras que en España llega sólo á $\frac{1}{20}$ conduciendo á análogos resultados la comparación con otras Naciones.

La causa de esto se encuentra indudablemente en que los Ayuntamientos de las grandes poblaciones tienen compromisos adquiridos con las fábricas de gas, y carecen por unos ú otros motivos de la libertad de acción precisa para substituir sus antiguos alumbrados por el eléctrico, en forma tal, que la casi totalidad de las bujías de iluminación pública son debidas á capitales de segundo orden y pueblos sin importancia.

El cuadro anterior demuestra tal afirmación, y puede servir para comprender el desarrollo que el alumbrado eléctrico hubiera podido adquirir si no hubieran existido las causas citadas.

Algo análogo se observa en el extranjero, pues en París, en primeros de 1900, existían 307.320 bujías en iluminación pública, y en servicio de los particulares 11.500.830, repartiéndose el consumo de fluido en la forma siguiente, reduciendo todo á lámparas de 10 bujías:

Para alumbrado privado.....	1.150.033 lámparas.
Para fuerza motriz ídem.....	141.810
Para calefacción id.....	2.874
Para carga de automóviles id.....	5.223
Para servicio público y municipal.....	30.732
Total.....	1.333.222 lámparas.

El alumbrado de Berlín, en la misma fecha, estaba constituido por seis grandes Centrales, con 45.000 caballos, alimentando 11.500 lámparas de arco, 275.000 de incandescencia de 16 bujías y 6.330 motores.

Puede, por consiguiente, asegurarse que, á medida que los Ayuntamientos de las grandes poblaciones queden libres de anteriores compromisos y puedan establecer alumbrado eléctrico, el desarrollo de esta industria ha de alcanzar rápido incremento.

Se ha seguido en España el criterio de permitir la libre concurrencia entre las Compañías que pueden sin limitación alguna canalizar las vías públicas para la distribución de su energía eléctrica, criterio opuesto al adoptado en Francia y Alemania, en que se otorgan concesiones especiales y exclusivas por cierto tiempo, obteniendo de los concesionarios las mayores ventajas para el público y para los intereses municipales.

En Berlín, la Compañía Allgemeine Electricitáts Gesellschaft tiene el monopolio por treinta años, que no terminarán hasta 1915, y en París se ha dividido la capital en sectores, otorgando concesiones por diez y ocho años, que terminarán próximamente en la época en que el Municipio se verá libre de los compromisos que le unen á la Compañía del gas, fin de 1906.

Salte fuera del objeto de este ligero estudio el examen comparativo de ambos procedimientos, que presentan ventajas é inconvenientes difíciles de compensar, y quizá la adopción de uno ú otro sea mejor aconsejada por las circunstancias locales de cada caso particular, que por cuantas consideraciones generales pudieran hacerse.

No deben, sin embargo, desatenderse dos circunstancias muy dignas de consideración: el progreso en las ciencias físicas aplicadas á la industria es tal, que la más rudimentaria previsión aconseja no establecer ningún género de compromisos duraderos por largo plazo, pues precisa evitar ocurra en el porvenir con la luz eléctrica lo que hoy acontece con el gas, y no deben los Municipios de las grandes capitales privarse de su iniciativa y libertad de acción frente á probables descubrimientos, que nadie puede prever; pero bajo otro punto de vista es indispensable organizar tan importantes servicios públicos, óe-

POBLACIONES	ILUMINACION PUBLICA			ILUMINACION PRIVADA		
	LÁMPARAS		Bujías.	LÁMPARAS		Bujías.
	De incandescencia	De arco.		De incandescencia.	De arco.	
Madrid.....	"	500	155.500	478.828	439	4.843.598
Barcelona.....	"	138	207.000	30.000	886	565.800
Sevilla.....	"	"	"	26.357	313	513.970
Valencia.....	"	"	"	200	"	2.000
Vitoria.....	"	"	"	3.040	"	30.400
Alicante.....	"	8	4.000	5.592	60	78.112
Almería.....	"	"	"	1.971	"	21.372
Burgos.....	"	"	"	7.559	8	73.794
Cádiz.....	254	39	34.900	15.040	72	192.100
Córdoba.....	50	"	500	1.400	9	14.900
Granada.....	57	"	608	11.046	19	91.933
Valladolid.....	"	"	"	30.320	2	305.200
Bilbao.....	"	"	"	36.200	*	362.000
Zaragoza.....	"	10	13.000	44.284	100	124.284

sando el actual exceso de libertad, que llegará á perjudicar al público y á los mismos industriales, por la multiplicidad y proximidad de cables y canalizaciones, generalmente defectuosas, y por las deficiencias del servicio prestado en tales condiciones.

Las tarifas aplicadas son tan variables que difícilmente puede deducirse consecuencia alguna de su examen. Por regla general, en las pequeñas localidades se efectúa la venta á tanto alzado mensual por lámpara de 5 ó de 10 bujías, quedando el abonado en libertad de hacer el uso que de ellas juzgue más conveniente; pero en las poblaciones de alguna importancia no puede seguirse este procedimiento, que es muy dado á malgastar el fluido, obligando á las Centrales á una excesiva y mal remunerada producción. Esto obliga al establecimiento de contadores y á fijar el precio por kilovatio-hora consumido.

Fluctúa éste entre 0,50 y 1,20, notándose como mínimo el precio 0,27 á que se vende en Alzola y como máximo el de 1,50 en Elgóibar, ambas poblaciones pertenecientes á la provincia de Guipúzcoa. Puede considerarse 0,90 como precio medio general y 1,00 en las poblaciones más importantes.

El precio de la lámpara de 10 bujías al mes varía de 7,50 en Alaró (Baleares) á 1,35 en Elgóibar, pudiendo tomarse como precio medio el de 3,25.

Las cifras siguientes permiten comparar el precio del kilovatio-hora en España con los de otras Naciones:

Paris.....	0,92
San Petersburgo.....	2,00
Bruselas.....	0,70
Génova.....	0,75
Estocolmo.....	0,07
Copenhague.....	0,82
Roma.....	0,70
Berlin.....	0,74
Alemania.....	0,86 (máximo).
Idem.....	0,70 (medio).
Inglaterra.....	0,84 (máximo).
Idem.....	0,63 (medio).

Prescindiendo de Rusia, se ve que en Francia y en España son bastante más elevados los precios que el término medio de los demás países, siendo difícil precisar las causas, por más que desde luego ha de ejercer gran influencia la misma libertad que existe para establecer las canalizaciones y redes, pues si bien la competencia tiende á abaratar las tarifas, todas las Compañías, aun en su lucha económica, han de atender preferentemente á la amortización de su capital, por no poseer contrato á plazo fijo con los Ayuntamientos que les permitiría fijar la anualidad de amortización en un plazo más ó menos lejano, pero siempre garantizado.

El desarrollo de la tracción eléctrica está íntimamente ligado con las tarifas, puesto que permite un mejor aprovechamiento de la fuerza durante el día, horas en que el consumo de iluminación es pequeño y no compensa el gasto producido por el movimiento de las máquinas; y nos referimos tan sólo á la tracción eléctrica por considerar aún lejano el momento en que la fuerza motriz para industrias y la calefacción puedan influir en el consumo durante el día, y por lo tanto en el precio del fluido.

Algo podrían hacer en tal sentido las Empresas que le suministran, estudiando unas tarifas variables según la hora en que se consumiese el fluido eléctrico, facilitando de tal suerte el empleo de la fuerza motriz eléctrica, que hoy resulta á un precio muy elevado; pero aunque existen contadores de energía eléctrica que tienen en cuenta tal circunstancia, no creemos se haya establecido ninguno, ni tenemos noticia de que alguna Compañía haya hecho ensayos sobre tan importante punto.

Queda por examinar en este estado los datos relativos al consumo medio diario que declaran las fábricas, llamando desde luego la atención, tanto el considerable número de fábricas que se han negado á darle, como el no menor de las que aparecen con interrogación, en señal de no encontrarse de acuerdo con los demás datos facilitados por las mismas.

Declarándose el número de lámparas y bujías empleadas en la iluminación pública y el número de horas que ésta dura, fácil es deducir un mínimo de kilovatios-hora diarios que la fábrica debe producir, resultando con frecuencia mayor que el declarado, aun sin tener en cuenta la iluminación privada de los abonados.

Íntimamente relacionado este dato con la contribución industrial, digno es de la mayor atención y estudio, por la gran influencia que en el provenir de esta industria ha de ejercer.

Difícil es la comprobación de estas cifras, aun ejerciendo una visita directa á las fábricas, pues sería necesaria la presencia del encargado de efectuarlo durante varias noches, anotando las indicaciones de los aparatos de medida, y aun así tendría que repetirse con frecuencia y en las diversas épocas del año, por ser muy variable en ellas el consumo.

Imposible de realizar esta constante confrontación, y difícil de conseguir la que podrían suministrar los libros en que se asienten los consumos particulares de los abonados, por influir en ellas las variables pérdidas de las redes de distribución, es de temer que el impuesto no se reparta con completa igualdad, y quizás podría rebajarse considerablemente el tipo de tributación mediante la adopción de otros procedimientos para su determinación; pero siendo extraño tal estudio al objeto del presente trabajo, nada añadiremos sobre el asunto á las anteriores consideraciones sugeridas por el examen de los datos enumerados.

Estado 5.º—Energía eléctrica en las provincias con relación al número de sus habitantes.

Se ha reunido en este estado la relación entre la energía eléctrica existente en cada provincia y el número de sus habitantes, deduciendo los kilovatios que corresponden á cada 1.000 de éstos.

El examen del estado y también el de los cuadros gráficos, demuestran que, lejos de ser proporcional á la población el desarrollo de la industria eléctrica, depende más bien del carácter más ó menos emprendedor de sus habitantes, figurando á la cabeza Guipúzcoa con 27,61 kilotavios por cada 1.000 habitantes, y siguiendo en orden correlativo Madrid con 24,72, Vizcaya con 18,79, descendiendo bruscamente á Navarra con 9,73 y Barcelona con 8,43.

El cuadro gráfico núm. 3 en que se han ordenado las provincias por el número de sus habitantes, hace ver, por la característica variabilidad de su curva, que ninguna relación existe entre ambos elementos.

En Italia, en fin de 1898, la potencia en kilotavios máxima y mínima en las provincias por cada 1.000 habitantes era respectivamente de 11,89 en Milano y 0,00 en Teramo, mientras que en España se elevan á 27,61 en Guipúzcoa y 0,32 en ambas naciones.

Estado 6.º—Fábricas de fluido eléctrico clasificadas según su objeto y potencia.

Estudiadas las fábricas detenidamente según el objeto á que destinan su fluido, se han dividido en este estado según la potencia de sus generadores de fluido, teniendo la mayoría de las de servicio privado una potencia inferior á 25 kilotavios, pues tan sólo 25 rebasan este límite.

La más importante de las existentes en Italia posee 8.018 kilotavios; en Paris, la Compañía Continental Edison reúne 5.940, distribuidos en cuatro Centrales; la Sociedad de alumbrado y fuerza por electricidad tiene 4.000, la Compañía de aire comprimido llega á 9.561 y la del sector de la plaza de Clichy tiene 4.000. En Berlin, la Allgemeine Electricitats Gesellschaft tiene establecidas seis Centrales con 33.120 kilotavios, y en España, la de mayor capacidad sólo tiene 5.800, con la circunstancia de no contar con fuerza mecánica suficiente para el movimiento de sus generadores, resultando en realidad la más potente la Central establecida por la Compañía General Madrileña de Electricidad, con 3.300 kilotavios y 6.000 caballos de fuerza.

Estado 7.º—Fábricas de fluido eléctrico clasificadas según su objeto y la naturaleza de su corriente.

Clasificadas las fábricas por la naturaleza de su corriente, resultan 44.192 kilovatios de corriente continua, 15.489 de corriente monofásica, 5.699 bifásica, 10.027 trifásica y 3.183 mixta, ó sea de combinación de las anteriores. Más de la mitad de la potencia total que existe se emplea, por consiguiente, en producir corriente continua, á lo que contribuye la circunstancia de que por su sencillez y por estar más vulgarizado su manejo, es la que exclusivamente se emplea en las fábricas de servicio privado, de pequeña potencia.

Á la cifra asignada para la corriente trifásica habrá probablemente que agregar parte de la sentada como perteneciente á la monofásica, por falta de competencia de los encargados de las fábricas, que frecuentemente no distinguen más clasificación que la corriente continua y alterna.

Las cifras análogas en Italia, única Nación que ha publicado estadísticas detalladas de la industria eléctrica, son: de corriente continua, 41.267; monofásica, 9.911; bifásica, 1.851; trifásica, 20.618 y mixta 12.921.

Estado 8.—Fábricas de fluido eléctrico clasificadas según la fecha de su inauguración.

Este estado y el cuadro gráfico de él deducido dan clara idea del desarrollo de esta industria desde 1899 hasta la fecha. Es digna de notarse en la forma resultante á la curva representativa la proporción casi constante en que el desarrollo ha tenido lugar desde 1893 hasta la fecha, y más especialmente hasta 1899.

El aumento anual de la energía disponible es casi el mismo en todo este período, y equivalente á 7.317 kilovatios por término medio, observándose una notable paralización durante los años 1890 al 1893, en que tan sólo se aumentaron 4.796 kilovatios á los existentes anteriormente.

Este desenvolvimiento constante y progresivo permite esperar un brillante porvenir á esta rama de la industria, más digna de tenerse en cuenta por ser la única que permite establecer comparaciones con sus similares del extranjero, análogas á las que en el desarrollo de este trabajo hemos presentado.

Estado 9.º—Establecimientos de tracción eléctrica.

Entre las siete capitales de provincia que tienen establecido este servicio, reúnen 433 carruajes motores y 225 remolcados, con una potencia de 7.187 kilovatios, sin contar la energía consumida por la Compañía Eléctrica Madrileña de Tracción y la Sociedad de Tranvías de Estaciones y Mercados, que reciben el fluido de la Compañía general Madrileña de Electricidad y carecen de central exclusiva para su servicio.

La longitud total de línea en explotación es de 139 kilómetros, sin incluir la correspondiente á Sevilla por no haber remitido ese dato. En todas ellas el sistema de distribución es aéreo, por trole, y el voltaje de 500 á 550 voltios, que, aunque peligroso, no produce forzosamente la muerte.

Descuidadas las medidas de protección de cables de trabajo, pueden producirse frecuentes accidentes, sobre todo en los cruces con líneas telegráficas ó telefónicas; pero bien instaladas éstas y protegidas aquéllas convenientemente, se aminora mucho el peligro, obteniéndose las ventajas que al público proporciona este servicio, aunque con detrimento del ornato de las poblaciones.

Esta debatida cuestión, que ha dado lugar á criterios completamente opuestos en el extranjero, fué resuelta en España con la autorización de la red aérea de cables de trabajo; pero se hace indispensable una vigilancia directa y una eficaz intervención del Estado, tanto para regular las condiciones que hayan de llenar las calles recorridas por los carruajes, y los cables de trabajo en ellas tendidos, como para prevenir en lo posible durante la explotación las desgracias que con tanta frecuencia hay que lamentar, pues no debe perderse de vista que el movimiento de los tranvías en el interior de las poblaciones es mucho más expuesto con las velocidades hoy admitidas que el de los trenes en las vías férreas, sin que la vigilancia que en unos y otros se ejerce guarde la debida relación, sino que, por el contrario, se encuentra encomendada aquélla á los Ayuntamientos, que no disponen, por lo general, del personal técnico preciso, y que, dedicados á los múltiples asuntos que tienen á su cargo, no pueden prestar á ella la constante atención que necesita.

El cuadro siguiente permite comparar el desarrollo de la tracción eléctrica en algunas naciones de Europa:

NACIONES	FECHAS	NUMERO de instalaciones	LONGITUD total de las vías en kilómetros	NUMERO de carruajes motores.
Alemania.....	Septiembre de 1899.	89	2.048	4.504
Francoia.....	Enero de 1900.....	72	753	1.295
Italia.....	Enero de 1899.....	12	300	596
España.....	Enero de 1902.....	11	139	433

En los Estados Unidos la tracción eléctrica, aunque nacida en Europa, rebasa considerablemente estas cifras, pasando de 45.000 kilómetros los que actualmente hay en explotación.

Por los anteriores datos se ve que relativamente á la importancia de las poblaciones de España, en que son pocas las capitales de provincia que por su población y extensión reclaman este servicio, se encuentra más desarrollado que en Italia, aun cuando no pueda com-

rarse con los de Alemania y Francia, que son de las Naciones en que más se ha generalizado la tracción eléctrica.

Resumen.

Resalta de todo lo expuesto que la industria eléctrica, no sólo es la que mayor incremento ha adquirido en la Nación, sino que alcanza un desarrollo comparable con el adquirido en otras que se distinguen por su gran riqueza y floreciente estado.

Se observarán, en verdad, deficiencias que hemos evidenciado al presentar y analizar los datos reunidos; pero son fáciles de corregir, y seguramente habrán de desaparecer en corto plazo bajo una inteligente labor legislativa.

Es de lamentar que no hayan progresado en igual forma las industrias relacionadas directamente con la que acabamos de describir; pero hemos de confesar que en todos sus elementos somos tributarios de la producción extranjera, limitándonos á montar y explotar los generadores y máquinas en él fabricadas.

La importación de generadores de fluido y de fuerza, de cables y hasta de las sencillas lámparas de incandescencia es muy considerable, y prueba una vez más que, excepto en la producción de fluido eléctrico, la industria nacional es muy rudimentaria y que á ella debe dedicarse preferente atención, si algún día se ha de convertir en poderoso elemento de riqueza y de progreso.

Juan Montero-Gabutti.—José Ruiz Márquez.

PUERTO DE BILBAO

Contramuelle ó dique del Este del puerto exterior.

Así como el rompeolas ó dique del Oeste se extiende en dirección perpendicular á los temporales del N. O., que son los dominantes y de mayor violencia en esta costa y cuyo terrible impetu viene á estrellarse contra la expresada obra el contramuelle, ó dique del Este, arranca de la punta de la Begoña en una dirección comprendida entre el O. y O. N. O., batiéndolo los mares dominantes con un ángulo que apenas excede de 30º, de modo que las olas reflejadas marchan á lo largo de la obra á romperse en los arrecifes contiguos á la playa, sin producirse esas terribles resacas que minan y destruyen los fundamentos de las obras de esta clase. Por esta razón este dique, que sirve de complemento al rompeolas, ha podido llevarse á cabo en poco tiempo y sin accidente alguno con un perfil mucho más sencillo, y cuyo coste, por metro lineal, viene á ser el 40 por 100 próximamente del correspondiente al rompeolas.

El sistema de construcción consta de un basamento de escollera hasta el nivel de 3 metros debajo de las bajamares equinocciales, sobre el que insiste un cuerpo de obra hecho con grandes sacos llenos de hormigón de cemento de Portland y enrasados á la cota de un metro sobre dicha bajamar con una capa de hormigón de fraguado rápido, cuyo espesor rara vez pasa de 0m,40, y donde se apoya la superestructura formada de paramentos de bloques artificiales de hormigón de cemento de Portland y un relleno de fraguado rápido. Con esta fábrica se llega á la cota de 7 metros sobre bajamar equinoccial, encima de la cual se eleva el parapeto de 2m,50 de altura y 3 metros de espesor hecho con hormigón de cemento de Portland y de forma análoga al que tenía el perfil primitivo del rompeolas, con el cual se proyectó.

Para protección del cuerpo hecho con sacos de hormigón, lleva exteriormente una defensa de bloques de 50 y 30 metros cúbicos, colocados estos últimos con la grúa *Titán* al pie del paramento y los otros por medio de gánguiles á alguna mayor distancia por lo general, habiéndose colocado también bloques de estos últimos en la línea de cimentación para reducir el volumen de obra hecha con sacos.

El perfil que dejamos indicado empieza desde que la profundidad llega á 3 metros respecto á la equinoccial, pues en la parte contigua á la costa, donde la profundidad es menor, los sacos van colocados sobre las rocas del fondo, y cuando estas rocas sobresalen del nivel de la expresada bajamar, la superestructura descansa sobre ellas, previo su enrase é ignala con una capa de hormigón.

En 31 de Diciembre de 1900, la longitud construida de la superestructura era de 970m,70 medidos en el paramento interior, ó sea desde el vértice del ángulo que forma con las obras de acceso, á la que hay que agregar 66 metros de más, que próximamente tiene por el paramento exterior.