

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

RESULTADOS PRÁCTICOS

DE LA

ELECTRIFICACIÓN DEL FERROCARRIL DE GIOVI (ITALIA)

POR **X**

(The Engineer.)

Organización del servicio.

El ferrocarril de Giovi (Pontedecimo-Busalla) tiene 21 kilómetros de recorrido. Existen en él rampas relativamente fuertes, en una extensión de 10,4 kilómetros; la rampa media es de 27 milímetros por metro, con un máximo de 29 milímetros en el túnel y de 34,8 en línea; existen, además, á derecha y á izquierda, un gran número de curvas que á veces se suceden sin interrupción y sin existir alineación recta intermedia; también hay muchos túneles, entre ellos el de Giovi, de 3.258 metros de longitud; el tráfico, tanto de viajeros como de mercancías, es muy intenso.

Se habían ensayado sucesivamente muchos modelos de locomotoras de vapor. Las últimas, las más potentes, eran máquinas de diez ruedas acopladas, de 75 toneladas de peso, no comprendido un tender de 28 toneladas; podían remolcar trenes de 130 toneladas á la velocidad de 35 kilómetros por hora, de 150 toneladas á 30 por hora, y de 175 toneladas á 25 kilómetros por hora. Con ellas pudo aumentarse el peso de los trenes y reducir la duración del recorrido del túnel de Giovi, á veintiocho minutos en los trenes de viajeros, y á treinta y uno en los trenes de mercancías. A partir de la adopción de estas locomotoras, el servicio se hizo con regularidad, empleando dos ó tres máquinas en los trenes ascendentes, y dos, colocadas en cabeza, en los descendentes; estos últimos pesaban normalmente 650 toneladas, y como medida de precaución se les detenía al nivel de Giovi.

La tracción eléctrica se inauguró en 1910; se ha introducido gradualmente. El 1.º de Agosto de 1910 circulaban con regularidad cinco trenes, el 20 del mismo mes existían ocho; el 1.º de Septiembre, 14; el 1.º de Octubre, 19. Desde el 1.º de Marzo de 1911 se hace todo el servicio por medio de la electricidad, con 21 trenes de viajeros (13 ascendentes y ocho descendentes) y 33 trenes de mercancías (20 ascendentes y 13 descendentes).

El cuadro I establece la comparación entre el servicio de la

línea Sampierdarena-Ronco, por Busalla, respectivamente, por vapor, durante los años 1909 y 1910, y por electricidad, durante el ejercicio 1911-1912.

Cuadro I.

DESIGNACIÓN	VAPOR		ELECTRICIDAD	
	Subida. Toneladas.	Bajada. Toneladas.	Subida. Toneladas.	Bajada. Toneladas.
Vagones (pequeña velocidad)	38.916	51.298	105.132	52.564
Idem (gran velocidad).....	19.569	27.808	16.897	25.184
Idem vacíos.....	1.854	22.339	4.107	34.250
Coches y furgones de equipajes.....	49.624	31.555	45.927	33.815
TOTAL.....	109.963	133.000	172.063	146.113

El nuevo método ha producido, pues, un aumento del 10 por 100 en el peso del servicio rápido, en la subida y en la bajada, y del 57 por 100 en total, en los trenes en la subida; la velocidad de los trenes en la subida se ha elevado á 45 kilómetros, excepto en los convoyes no provistos de freno Westinghouse, en los cuales ha habido que atenuarse á la velocidad de 22,5 kilómetros.

Los pesos máximos de los trenes se han fijado en la forma que indica el cuadro II, que á título de comparación menciona igualmente los valores correspondientes á los servicios por vapor.

Cuadro II.

DESIGNACIÓN	VAPOR			ELECTRICIDAD		
	Una loco-motora. Tonels.	Dos loco-motoras. Tonels.	Tres loco-motoras. Tonels.	Una loco-motora. Tonels.	Dos loco-motoras. Tonels.	Tres loco-motoras. Tonels.
Peso de las locomotoras..	97	194	291	60	120	180
Idem remolcado.....	170	310	450	190	380	530
TOTAL.....	267	504	741	250	500	710

En la bajada las locomotoras restituyen energía á la línea; en todos los casos se emplean, como en la tracción por vapor, dos locomotoras en cabeza, sirviendo luego éstas para remolcar en sentido inverso los trenes en la subida; la detención por precaución impuesta en la tracción de vapor con la electricidad se ha suprimido por innecesaria.

Ventajas generales de la tracción eléctrica.

En resumen, en la línea de Giovi la electricidad presenta las ventajas generales siguientes:

1.^a La velocidad de los trenes en la subida es mayor que con el vapor, y la duración del recorrido Pontedecimo-Busalla se reduce en esta forma en dieciséis minutos, tanto en los trenes de viajeros como en los de mercancías; las arrancadas son más rápidas; el servicio es más frecuente, y el personal y el material se utilizan mejor.

2.^a El peso remolcado es mucho mayor, respectivamente, con una, dos ó tres máquinas; no solamente se dobla la velocidad en la subida, sino que además los pesos de los convoyes se aumentan en 20, 70 y 80 toneladas. Como se ve en el cuadro III, la relación entre los pesos de las locomotoras y los pesos remolcados es mucho más favorable.

Cuadro III.

	VAPOR			ELECTRICIDAD		
	Peso remolcado	Peso de las locomotoras	RELACIÓN	Peso remolcado	Peso de las locomotoras	RELACIÓN
	Tonels.	Tonels.		Tonels.	Tonels.	
Con una locomotora	170	97	1,75 : 1	190	60	3,16 : 1
Con dos locomotoras	310	194	1,60 : 1	380	120	3,16 : 1
Con tres ídem.....	450	291	1,55 : 1	520	180	2,94 : 1

3.^a La regularidad del servicio se asegura considerablemente, especialmente en la bajada, en que los convoyes se mantienen á una velocidad prácticamente constante al hacer funcionar los motores como generadores.

4.^a La recuperación de energía que se consigue en esta forma produce una economía grande; la explotación está además libre de los gastos de funcionamiento de la antigua instalación de ventilación del túnel de Giovi; también se consigue otra economía grande con la disminución del desgaste de las ruedas y de los carriles; actualmente en la bajada circulan los trenes sin echar los frenos ó tocando apenas las ruedas.

5.^a Supresión del humo en el túnel y desaparición del peligro de asfixia; los barnices y guarniciones de los coches se preservan mejor; posibilidad de hacer las reparaciones en las galeas sin interrumpir el servicio.

Consumo de energía en las locomotoras.

Se han determinado los consumos de energía, tanto para la tracción simple como para la doble:

I.—TRACCIÓN SIMPLE: TREN DE 190 + 60 TONELADAS.

A) En la subida:

1.^o—Gran velocidad (45 kilómetros por hora).—Para alcanzar la plena velocidad (45 kilómetros), la máquina consume 11,338 kilovatios-hora; la operación dura 76 segundos; la potencia ab-

sorbida es de 536 kilovatios, con un máximo de 1.200 kilovatios. Contando la energía mecánica necesaria para obtener, con el tren de 250 toneladas considerado, la velocidad de 45 kilómetros por hora, á razón de 7 kilovatios-hora, se halla que la energía gastada en el reóstato es de 4,338 kilovatios-hora, lo que corresponde al 1,7 por 100 de la energía total consumida durante el recorrido; esta energía es de 242,380 kilovatios-hora, de donde se deducen las cantidades siguientes, siendo la longitud real (1) de la sección recorrida de 10,4 kilómetros y la longitud virtual (1) de 65 kilómetros:

	Por kilómetro real.	Por kilómetro virtual.
	Vatios-hora.	Vatios-hora.
Por tonelada de peso total (comprendida la locomotora).....	92,2	14,9
Por tonelada de peso remolcado (no comprendida la locomotora).....	122,6	19,6

La duración del recorrido es de catorce minutos; el máximo de carga se produce en la rampa de 35,1 milímetros por metro; ésta es de 1.300 kilovatios.

2.^o—Pequeña velocidad.—La energía consumida en la arrancada es de 4,7 kilovatios-hora, ó sea el 41,5 por 100 de la comprobada en los trenes rápidos; el gasto total es de 251 kilovatios-hora, de donde se deducen las cantidades unitarias siguientes:

	Por kilómetro real.	Por kilómetro virtual.
	Vatios-hora.	Vatios-hora.
Por tonelada de peso total (comprendida la locomotora).....	96,50	15,42
Por tonelada de peso remolcado (no comprendida la locomotora).....	127,00	20,30

Los gastos son mayores que en el primer caso, porque en la velocidad reducida el rendimiento de los motores es bastante menor, la duración del recorrido es de veintiocho minutos, el máximo de carga se registra en la rampa de 35,1 milímetros por metro, ésta es de 720 kilovatios.

B) En la bajada:

Desde el momento que se alcanza la plena velocidad se restituye energía á la línea; la arrancada absorbe 11 kilovatios-hora en los trenes de gran velocidad y 6,3 en los de pequeña velocidad; la energía restituida en el resto del recorrido es de 126,66 kilovatios-hora y 123,33, respectivamente; por tonelada-kilómetro las cantidades son las siguientes:

	Por kilómetro real	Por kilómetro virtual.
	Vatios-hora.	Vatios-hora.
1. ^o Trenes de gran velocidad:		
Por tonelada de peso total (comprendida la locomotora).....	24,5	7,45
Por tonelada de peso remolcado (no comprendida la locomotora).....	32,2	9,8

2.^o Trenes de pequeña velocidad:

	Por kilómetro real	Por kilómetro virtual.
	Vatios-hora.	Vatios-hora.
Por tonelada de peso total (comprendida la locomotora).....	25,7	7,85
Por tonelada de peso remolcado (no comprendida la locomotora).....	33,3	10,3

(1) Dado el carácter tan distinto de las líneas de la red, ha sido preciso adoptar elementos de comparación convencionales, primeramente, en vista de la evaluación de las primas de economía pagadas á los maquinistas. La «longitud virtual», que se emplea con este objeto, se obtiene multiplicando la «longitud real» por un coeficiente que se determina teniendo en cuenta la rampa y las curvas.

Según esto, si hubiese en línea dos trenes de igual peso y velocidad, uno en la subida y otro en la bajada, los consumos serán de:

Kilovatios-hora.

Para los trenes de gran velocidad. $242,38 + 11,1 - 126,16 = 127,32$

Para los idem de pequeña idem... $251,00 + 6,3 - 123,33 = 133,97$

Se hará constar que estas cantidades son las que se observan diariamente en la práctica; el cuadro IV da algunos detalles referentes a los consumos y a las recuperaciones.

Cuadro IV.

RAMPAS	Gran velocidad.			Pequeña velocidad.		
	Subida.	Bajada.	Recuperación.	Subida.	Bajada.	Recuperación.
	Kilovatios.	Kilov.	Por 100	Kilov.	Kilov.	Por 100
De 21 milímetros por metro.....	840	470	55,9	420	210	50
De 28 idem por idem...	1.050	670	63,8	570	300	52,6
De 35 idem por idem...	1.300	890	68,4	720	450	62,5
De 29 idem por idem...	1.120	690	61,6	590	315	53,4
Gasto de energía (total del recorrido)....	242,38	115,06	47,7	251	117,03	46,6

II.—TRACCIÓN DOBLE.

Una locomotora en cabeza y otra en cola. Peso de las máquinas, 120 toneladas; peso remolcado, 380 toneladas.

Trenes de gran velocidad (45 kilómetros por hora).

A) En la subida:

La energía consumida en la arrancada se eleva á 39,09 kilovatios-hora, de los cuales 18,36 para la máquina de cabeza y 20,73 para la de cola; la carga impuesta á ésta es mayor porque es á la que incumbe impedir los choques.

La arrancada exige ciento cuarenta segundos. El consumo total de la primera máquina se eleva á 222,41 kilovatios-hora, la locomotora de cola absorbe 3,28 kilovatios-hora de más, lo que da para el conjunto un gasto de 448,10 kilovatios-hora en total:

Por kilómetro real. Por kilómetro virtual.

Vatios-hora.

Vatios-hora.

Por tonelada de peso total (comprendida la locomotora)..... 68 13,8

Por tonelada de peso remolcado (no comprendida la locomotora)..... 113 18,7

Las cantidades son menores que en la tracción simple porque la energía absorbida se utiliza principalmente en vencer la resistencia del aire en cabeza, particularmente en los túneles de gran longitud; las medidas efectuadas respecto á la potencia absorbida en los distintos puntos lo demuestran claramente; sin embargo, la diferencia proviene también de que los trenes empleados en la primera categoría de estos ensayos estaban formados únicamente con coches de viajeros, que presentan más resistencia al movimiento que los vagones abiertos empleados en los trenes de la segunda categoría de ensayos.

B) En la bajada:

La plena velocidad se alcanza al cabo de ciento diez segundos; la arrancada absorbe 15 kilovatios-hora hasta el momento

en que los motores, estando en corto circuito, las máquinas comienzan á restituir energía á la línea; la energía recuperada es, en total, de 265,96 kilovatios-hora. Según esto, para dos trenes que funcionan simultáneamente, uno á la subida y otro á la bajada, el consumo de energía es de $448 + 15,60 - 265,96 = 197,64$ kilovatios-hora.

Por kilómetro real. Por kilómetro virtual.

Vatios-hora.

Vatios-hora.

Por tonelada de peso total (comprendida la locomotora)..... 19 5,8

Por tonelada de peso remolcado (no comprendida la locomotora)..... 25 7,6

La economía que se obtiene con la recuperación es del 54,5 por 100.

Consumo de energía en la central.

En el caso considerado anteriormente en el II, A) (tren de 500 toneladas á 45 kilómetros por hora), se ha comprobado que el gasto de energía en la fábrica generadora, en el cuadro, es de 520 kilovatios-hora; la pérdida de energía de un tren que sube la rampa y aisladamente en línea, es, pues, de $520 - 448 = 72$ kilovatios-hora, ó sea del 14 por 100.

Cuadro V.

	Sin recuperación.	Con recuperación.
1.º Servicio proporcionado, teniendo en consideración:		
El peso remolcado y la longitud real, en toneladas-kilómetros.	187.949	196.713,5
Idem id. id. virtual, en idem...	779.866	790.152
El peso total y la longitud real, en idem...	279.101	289.113
Idem id. id. virtual, en idem...	1.068.886	1.083.252
2.º Consumo de carbón, en kilogramos.....	45.100	38.800
3.º Energía proporcionada para la tracción, en kilovatios-hora..	22.650	19.490
4.º Consumo específico de carbón, en kilogramos por kilovatio-hora	2	2
5.º Consumo de energía eléctrica por tonelada-kilómetro, teniendo en consideración:		
El peso remolcado y la longitud real, en vatios-hora.....	120,5	99
Idem id. id. virtual, en idem...	29,04	24,56
El peso total y la longitud real, en idem.....	81,19	67,64
Idem id. id. virtual, en idem...	21,19	17,99
6.º Consumo de carbón por tonelada-kilómetro, teniendo en consideración:		
El peso remolcado y la longitud real, en kilogramos.....	0,2394	0,1966
Idem id. id. virtual, en idem...	0,0578	0,049
El peso total y la longitud real, en idem.....	0,1612	0,1338
Idem id. id. virtual, en idem...	0,0422	0,0358

En esta cantidad de 72 kilovatios-hora están comprendidas las pérdidas en las líneas primarias y secundarias, con la instalación de transformación y las cuatro subestaciones de transformación de Bivio-Rivarolo, Pontedecimo, Mantanesi y Busalla. De vacío, estas pérdidas representan por sí solas un gasto de 43 kilovatios-hora.

De lo precedente puede sacarse, en conclusión, que para determinar los consumos en la fábrica generadora basta con aumentar en un 14 por 100 los consumos registrados en la locomotora; los resultados así obtenidos no concuerdan exactamente con los hallados en la práctica, pero son suficientes como elementos de comparación.

En el cuadro V hacemos un resumen de los resultados de las observaciones hechas en la misma fábrica generadora durante dos días de ensayo, efectuado el primer día funcionando sin recuperación y el segundo con recuperación.

Según estos resultados, la economía realizada en el consumo de energía eléctrica y en el consumo de combustible, con la aplicación de la recuperación, es del 17 por 100.

Los consumos hallados concuerdan muy aproximadamente con los resultados anuales de la explotación en el año 1911-1912, primer año durante el cual se ha funcionado completamente con la tracción eléctrica.

Los consumos registrados han sido, en efecto, de 27,7 vatios-hora por tonelada-kilómetro, y de 103 vatios-hora por tonelada-kilómetro, respectivamente, teniendo en consideración la longitud virtual y la real de línea, en lo que se refiere a la energía eléctrica total producida; considerando únicamente la energía realmente consumida en la tracción, se hallaron las cantidades de 24 y 88 vatios-hora.

Observaciones relativas a la distribución de la carga entre la locomotora de cabeza y la de cola en la tracción doble.

Las disposiciones adoptadas dan una distribución exacta de la carga entre las locomotoras, aunque tengan ruedas de diferentes diámetros, y tanto cuando las máquinas funcionan bajo carga normal, como cuando marchen con recuperación.

Estas disposiciones consisten en el empleo de una resistencia reglable en los circuitos *rotóricos* de los motores y en la regulación metódica de esta resistencia; se realizan recurriendo a los reóstatos líquidos y a los reguladores que sirven para la arrancada en sí.

En las rampas, el deslizamiento suplementario de los motores de la locomotora que tiene las ruedas mayores, se compensa introduciendo en el circuito *rotórico* de estos motores el reóstato líquido correspondiente.

El conductor es el que procede a la maniobra necesaria para este objeto, después de que regula la resistencia basándose en las indicaciones de un cuadro del cual va provisto.

En las pendientes se procede de igual modo, pero obrando entonces sobre los motores de la locomotora que tiene las ruedas más pequeñas.

Los diagramas registrados en la práctica en el funcionamiento de las máquinas, con y sin compensación, respectivamente, demuestran toda la utilidad y eficacia del procedimiento.

Habiéndose formado un tren con una locomotora de ruedas de 1,06 metros en cabeza y otra con ruedas de 1,07 metros en cola, se han observado las cargas siguientes en un recorrido:

	Locomotora de cabeza.	Locomotora de cola.
	Kilovatios-hora.	Kilovatios-hora.
Sin compensación.....	139,48	253,78
Con compensación.....	207,13	210,92

En las condiciones más desfavorables, la diferencia de las potencias absorbidas por ambas máquinas fué de 132 kilovatios-hora (732 kilovatios-hora en una de las máquinas y de 600 en la otra).

En máquinas cuyas ruedas se diferenciaban en 36 milímetros, la distribución registrada ha sido la siguiente:

	Kilovatios-hora.
Locomotora de cabeza.....	227,96
Locomotora de cola.....	230,85

La potencia absorbida por la locomotora que funciona con sus reóstatos en circuito fué muy uniforme; la absorbida por la otra máquina estuvo sometida a ligeras fluctuaciones.

El método de regulación adoptado implica, naturalmente, una cierta pérdida de energía; pero como las diferencias de diámetro a corregir son pequeñas, esta pérdida puede ser despreciada.

De los ensayos efectuados con locomotoras que presentan las mayores diferencias de diámetros puede deducirse que no existe peligro alguno de recalentamiento excesivo por parte de los reóstatos.

Los resultados obtenidos en las bajadas son igualmente satisfactorios; el mecanismo de regulación responde terminantemente a las necesidades.

Resultados pecuniarios de la electrificación.

Habiendo sido realizada la electrificación progresivamente, no es posible poner de manifiesto los resultados obtenidos por ambos métodos de explotación durante dos periodos consecutivos.

Cuadro VI.

	Tracción de vapor (1909-1910)	Tracción eléctrica (1911-1912)
Gastos de explotación (tracción), en pesetas.....	747.711,51	955.735,68
Idem totales, en idem....	1.200.426,94	1.833.739,35
Servicio prestado en toneladas-kilómetros, tomando como base:		
La longitud real de la línea.....	46.401.876	75.269.418
Idem virtual idem.....	142.642.700	279.419.492
Gastos de explotación, en pesetas, por tonelada-kilómetro:		
Considerando la longitud real ...	0,0151	0,0126 (1)
Idem id. virtual.....	0,0052	0,0034 (2)
Gastos totales, en pesetas, por tonelada-kilómetro:		
Considerando la longitud real....	0,0258	0,0243 (3)
Idem id. virtual.....	0,0084	0,0065 (4)

En consecuencia, la comparación que se establece en el cuadro VI considera las cantidades obtenidas con el vapor en la sección Busalla-Ronco, durante el ejercicio de 1909-1910, y con la

(1) Diferencia en favor de la electricidad, 16,5 por 100.

(2) Idem id. id., 34,6.

(3) Idem id. id., 5,8.

(4) Idem id. id., 22,5.

electricidad en la línea Pontedecimo-Busalla, durante el ejercicio 1911-1912.

Los gastos totales indicados comprenden los gastos de amortización y de interés del conjunto del material y especialmente de los distintos gastos que han sido necesarios para la transformación del sistema.

Las principales economías realizadas con el empleo de la tracción eléctrica se deben: á la supresión de la ventilación de los túneles (23.553,32 pesetas); á la reducción de los gastos de lubricación (5.897,61 pesetas en la tracción eléctrica, contra 10.889,76 en la de vapor); á la disminución de los gastos de reparaciones (economía del 8,5 por 100), y á la rebaja de los gastos de personal.

El gasto de combustible y de agua fué de 375.563,37 pesetas, ó sea 0,0026 pesetas por tonelada-kilómetro (virtual), y el de energía eléctrica se elevó á 623.534,15 pesetas, ó sea 0,0022 pesetas.

Cuadro VII.

DESIGNACIÓN	GASTO — Pesetas.
Central generadora.....	1.300.000 (1)
{ Edificios.....	1.920.000 (1)
{ Material.....	
Subestaciones.....	72.600
{ Edificios.....	435.600
{ Material.....	
Líneas de alta tensión.....	399.300
{ Soportes.....	217.800
{ Conductores, etc.	
Líneas de alimentación.....	508.200
{ Soportes.....	1.035.300
{ Conductores, etc.....	
Traslación de las líneas telegráficas y telefónicas.....	433.270
Instalación de señales especiales.....	42.000
TOTAL.....	6.364.070
Locomotoras eléctricas (17 unidades, á 140.000 pesetas)...	2.380.000

Los principales gastos de electrificación han sido los indicados en el cuadro VII.

Los distintos gastos de explotación de la tracción eléctrica, desde la fecha del año cuyos resultados hemos resumido hasta la actualidad, han disminuido; por consiguiente se ha acentuado la economía resultante de la electrificación.

Los Ingenieros de la Administración italiana hacen, sin embargo, observar que no se puede esperar alcanzar en todas partes un beneficio tan claro con la innovación.

En efecto, la sección Pontedecimo-Busalla se presta excepcionalmente para hacer resaltar las ventajas de la tracción eléctrica y particularmente en lo que se refiere á la recuperación de la energía.

Su perfil muy accidentado y su corto recorrido eran muy desfavorables para la tracción de vapor; ahora bien, en otras circunstancias, la tracción eléctrica no tendrá una superioridad pecuniaria tan manifiesta.

H.

(1) Estas cantidades se han puesto enteramente en cuenta en la evaluación de gastos arriba indicada, aunque las instalaciones generadoras no sirven únicamente para la línea indicada.

La industria eléctrica americana en el mercado mundial.

(Elektrotechnische Zeitschrift).

El gran desarrollo de la salida en su propio mercado de la industria eléctrica americana no ha impedido que se haya extendido de más en más en el mercado exterior. Sin embargo, no se han generalizado los grandes progresos realizados en algunas ramas de la misma; así resulta que, mientras que los artículos de electrotecnia en general, comprendida la telefonía y telegrafía, desde hace cinco años han doblado la cantidad de exportación, las máquinas eléctricas, por el contrario, han quedado estacionarias, ó más bien han retrocedido.

El desarrollo de los negocios, debido verdaderamente á los sucesos económicos interiores, se ha señalado, por lo demás, por sorprendentes impulsos. Por ejemplo, la disminución de la exportación en 1909 tiene su explicación por la gran crisis económica sufrida ese año en los Estados Unidos. La exportación total de los artículos electrotécnicos, excluyendo las máquinas, fué en 1908, aproximadamente, de 6.754.000 dollars, elevándose el año siguiente á 8.694.000. En 1911 pasó de 10.700.000 y en 1912 de 12 millones.

Como ya se ha indicado, la situación no es tan favorable en lo que se refiere á la exportación de las máquinas eléctricas que desde 1908 se desarrolla muy lentamente; en este año fué de 8.495.000 dollars, pero el año siguiente disminuyó en 2 millones, y en 1910, en 4 millones más. En 1911 la exportación se elevó á 8.025.000 dollars, y en 1912, á 8.445.000.

En general, la industria eléctrica Norte-Americana ha ensanchado sus negocios en todas las partes del mundo exceptuando Europa. Esta última no presenta ya en la actualidad para ella las ventajas de otros tiempos; desde hace cinco años la cantidad exportada á Europa ha disminuido en 0,1 millón de dollars, aproximadamente, lo que, sin embargo, no constituye una reducción considerable.

CUADRO I

Exportación americana á Europa en 1908 y 1911 de aparatos eléctricos, comprendidos el material telegráfico y telefónico.

PAÍSES	1908 — Dollars.	1911 — Dollars.
Azores.....	23	24
Alemania.....	192.502	77.857
Inglaterra.....	706.675	514.452
Austria-Hungria.....	26.826	2.878
Bélgica.....	104.245	98.645
Dinamarca.....	3.412	6.505
España.....	4.726	6.973
Finlandia.....	(Con Rusia)	2.657
Francia.....	64.714	37.073
Gibraltar.....	75	"
Grecia.....	368	196
Italia.....	50.355	68.519
Malta.....	50	11
Noruega.....	8.327	13.227
Países Bajos.....	4.976	4.869
Portugal.....	9.116	2.228
Rumanía.....	13	879
Rusia europea.....	12.992	11.229
Suecia.....	5.664	4.544
Suiza.....	712	1.319
Turquía europea.....	"	6.973
TOTAL.....	1.195.843	854.469