

reciben se reduce á medida que el voltaje es mayor. Los aisladores con que se hicieron los ensayos también dieron excelentes resultados. Se estudiaron multitud de detalles, que se perfeccionaron en vista de lo que la experiencia aconsejaba. El procedimiento para suspender el hilo de trabajo y los alimentadores fué objeto de una atención muy detenida, llegando á una solución muy satisfactoria. Para uniformar la flecha y la tensión de los conductores y para evitar las roturas y gastos inherentes con los sistemas corrientes, se ideó uno fundado en el empleo de pesos tensores que dió excelentes resultados. La velocidad de los trenes rara vez excedió de 55 ó 60 kilómetros por hora.

Los ensayos y medidas que se hicieron sobre el empleo de los carriles para cerrar el circuito demostraron que la resistencia eléctrica de la vía era mucho más pequeña que lo que se había supuesto, circunstancia debida á que la mayor parte de la corriente retroceda por tierra, á consecuencia de lo cual la conductibilidad de las juntas de carriles no tiene tanta importancia como en las líneas de corriente continua. Basta enlazar eléctricamente con los carriles todos los elementos metálicos inmediatos á la vía para que no haya peligro alguno por la existencia de diferencias de potencial muy elevadas, las cuales únicamente producirán perturbaciones en las líneas telegráficas y telefónicas vecinas. Son tan grandes las ventajas que ofrece la utilización de los carriles como circuito de vuelta, en relación con sus inconvenientes, que se acepta sin vacilación alguna.

Se verificaron también muchos ensayos para estudiar los efectos de la corriente del hilo de trabajo sobre las líneas telegráficas y telefónicas, aplicando diversos procedimientos para disminuir las perturbaciones observadas y obteniendo resultados más ó menos satisfactorios. En relación con estos hechos se estableció una teoría completa, gracias á la cual se pudieron generalizar los resultados obtenidos y deducir consecuencias sobre las perturbaciones citadas y sobre los procedimientos para anularlas. Respecto de este particular todavía hay mucho que aprender; pero puede afirmarse desde luego que el coste que representan las instalaciones para evitar dichas perturbaciones tiene una influencia muy pequeña en el resultado financiero de la línea.

Por lo que se refiere á los motores, parece deducirse de los ensayos que el monofásico casi conmutador reúne hoy día condiciones tales que satisface todas las exigencias de un buen motor para tracción en lo que hace á seguridad, rendimiento y regulación, siendo muy pequeñas las dificultades que ofrece el conmutador, así como sus gastos por conservación y reparación. Desde la época en que se hicieron los ensayos se han perfeccionado mucho los motores monofásicos, existiendo muy poca diferencia entre sus pesos y los correspondientes á los de corriente continua de la misma potencia. Tanto el motor serie compensado como el de repulsión compensado dieron muy buenos resultados en los ensayos; sin que se manifestara diferencia alguna en favor de uno ú otro, habiéndose reducido tanto los inconvenientes de ambos por medio de disposiciones muy ingeniosas, que no es preciso tenerlos en cuenta. También se pusieron en práctica diversos sistemas para enfriar los motores con aire comprimido, con resultados muy satisfactorios, siéndolo también los que se obtuvieron con los procedimientos para regular los motores y para tomar la corriente.

Hay que observar que todos los ensayos, salvo ligeras excepciones, se hicieron con la frecuencia para que se habían construido los motores, es decir, 25.

Es verdad que las turbinas estaban construídas para obtener también las frecuencias 20 y 15, pero como con éstas disminuía la potencia de generadores y motores, los ensayos hechos en estas condiciones tenían muy poco valor, circunstancia que, después de todo, es de poca importancia, porque sin su ayuda se puede resolver la cuestión. Es evidente que la frecuencia que conviene emplear ha de estar comprendida entre 15 y 25; las inferiores á la primera exigen generadores y transformadores muy voluminosos, pero es favorable con relación á los motores series compensadas de gran potencia, especialmente si no tienen polos auxiliares, circunstancias que no se aplican al motor de repulsión compensado; con frecuencias pequeñas, tanto en uno como en otro motor, las ruedas tienen tendencia á patinar y se dificulta la utilización del peso adherente. En resumen, los inconvenientes de la frecuencia 25 se compensan tanto con sus ventajas, que sin vacilación alguna debe aceptarse.

En resumen, el problema de la tracción eléctrica en los ferrocarriles suecos del Estado, teniendo en cuenta los progresos de estos últimos años, se puede considerar resuelto desde el punto de vista técnico; es natural que continuamente se estarán perfeccionando los detalles, pero puede afirmarse, sin género alguno de duda, que difícilmente se ideará otro sistema más sencillo, más barato y más perfecto que el monofásico.

Ω.

LAS GRANDES CENTRALES DE VAPOR

DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LAS CONDICIONES GENERALES DE SU ESTABLECIMIENTO

(Notas de M. G. Chervier. — Bulletin de la Société des Ingenieurs civils de France.)

Primera parte.

Existe, en la generación de la energía eléctrica por las grandes fábricas centrales, un factor que, más que ninguno otro, da á esta industria un carácter propio; dicho factor la define y la domina y sobre ella carga todo el peso de las dificultades y de las responsabilidades que él engendra. Este factor es el carácter instantáneo de la producción, regida de un modo inmediato por la demanda exterior, sin que ninguna reserva de energía pueda atender á una falta, aun de muy poca duración, porque las condiciones en las cuales se efectúa actualmente esta generación de energía excluye toda posibilidad de recurrir al manantial oneroso, y sobre todo restringido, del acumulador eléctrico.

Dos clases de sujeción resultan de este estado de cosas: de una parte, la obligación de mantener una constancia lo más completa posible en la marcha normal, y de otra parte, el eliminar toda posibilidad de parada accidental. Ambas condiciones son igualmente imperiosas pero muy desigualmente fáciles de realizar. Porque si es cierto que es bastante fácil, adoptando convenientes disposiciones y una buena vigilancia, sostener la potencia generadora constantemente al nivel de la potencia pedida por la red, evitando los golpes bruscos, que se traducen por fuertes variaciones de voltaje, también es cierto que es completamente imposible, cualesquiera que sean las medidas preventivas que se tomen y la atención que se preste á la marcha, el garantizar ente-

ramente una fábrica contra la terrible *extinción*, espada de Damocles perpetuamente suspendida sobre ella.

Cuando, por una parte, se considera la extensión del trastorno que un accidente de esta clase, producido á ciertas horas, lleva á la vida de una ciudad, así como las responsabilidades que de él resultan, y, por otra parte, se piensa en las numerosas causas, ínfimas todas, que pueden provocarlo, se ve en su medida exacta la importancia del factor indicado como característica de nuestra industria, y la necesidad consiguiente de atribuirle el primer lugar en el conjunto de las ideas directoras que concurren á la realización de un proyecto de Central.

La primera preocupación que dominará en el estudio de un tal proyecto será, pues, prevenirse contra semejantes eventualidades, no despreciando nada para conseguirlo; y después estudiar con el mayor cuidado las disposiciones que, en caso de accidente, permitan reducir las consecuencias al mínimo. Por minuciosas que sean las precauciones tomadas es preciso admitir que podrán fallar más de una vez y que es, por lo tanto, necesario considerar el accidente como una de tantas cosas á prever en la marcha normal de la explotación; habrá, pues, que prevenirse contra las consecuencias, que pueden ser completamente desproporcionadas con la importancia inicial del accidente. Según la naturaleza de las disposiciones tomadas en este sentido, la crisis inevitable que determina la brusca rotura de un estado actual de equilibrio dinámico, manifestado bajo diversas formas (gasto de vapor, inercia de las piezas en movimiento, tensión en las correas de los circuitos, etc.), podrá ser breve y no producir averías, ó podrá, por el contrario, conducir á una catástrofe que inutilice la fábrica, ocasionando, además de la pérdida resultante de una parada, reparaciones costosas. No se insistirá nunca lo bastante sobre este aspecto de la cuestión, pues á él se debe que los proyectos de conjunto estudiados por los constructores corran el riesgo de caer en defecto.

La segunda condición á la cual una Central deberá satisfacer es, evidentemente, la de realizar la producción del modo más económico posible.

Tales son las dos ideas directoras de todo proyecto de este género. En cuanto á la medida según la cual los deseos respectivos de ambas ideas son conciliables se puede, de una manera general, admitir como perfectamente compatibles la seguridad de marcha y la economía de la explotación. Las medidas de previsión gravarán inevitablemente en una cierta proporción los gastos de primer establecimiento; pero, aparte de que este exceso de gasto no representa nunca un tanto por ciento del coste total de la instalación importante, no es comparable en ningún caso con lo que costarán los accidentes y las interrupciones de servicio.

Por otra parte—y este es un principio que no debemos dudar en establecer,—*no se debe buscar la economía en la adquisición é instalación del material de una Central*. Nada resulta más caro que un defecto inicial, que se traduce, ya en gastos indefinidos de conservación, ya en un mal rendimiento económico, sin perjuicio de los accidentes que pueden producirse, y si se reconoce la necesidad de hacer una modificación, ésta sólo se hace á costa de ingenio y de un gasto mayor que el que hubiera ocasionado un primer establecimiento mejor comprendido ó más completo.

Los diversos servicios que concurren en la producción de la energía eléctrica en una Central de vapor pueden clasificarse del modo siguiente:

A.—Servicio de los generadores de vapor.

- a) Desembarque, transporte y distribución del combustible en los diversos puntos de servicio; evacuación de las cenizas y de las escorias.
- b) Combustión; evacuación de los gases.
- c) Alimentación.
- d) Canalización y distribución del vapor.

B.—Servicio de los grupos electrógenos.

- a) Transformación del calor en trabajo; máquinas motoras.
- b) Condensación del vapor.
- c) Transformación del trabajo mecánico en energía eléctrica; alternadores.
- d) Excitación de los alternadores.

C.—Servicio eléctrico propiamente dicho.

- a) Cuadro de distribución.

D.—Servicios auxiliares.

Conservación, almacenes, contabilidad, etc.

Plan general.—Disposiciones de conjunto.—Aunque es evidentemente imposible sentar reglas absolutas que puedan aplicarse á todos los casos de la práctica, se puede, sin embargo, considerar como muy restringido el número de soluciones compatibles con una lógica por otra parte evidente. El examen de las grandes instalaciones modernas enseña, en efecto, que éstas tienden cada vez más á un tipo uniforme, al menos en sus grandes líneas, y cuya principal característica se encuentra inmediatamente determinada por este factor dominante: la extensión considerable de superficie ocupada por los generadores de vapor relativamente á la que necesita la potencia motora correspondiente.

Esto conduce á desarrollar las salas de calderas perpendicularmente al eje mayor de la sala de máquinas, y no paralelamente, como se hacía en otro tiempo, antes del empleo de los tubomotores, hoy generalizado.

La disposición que de ello resulta se denomina «calles de caldeo», expresión que resulta del hecho de que los generadores de un mismo grupo ó de una misma sala de calderas se encuentran dispuestos frente á frente como las casas de una misma calle.

Esta disposición, muy generalmente adoptada, se presta muy bien á las diversas maniobras del servicio de las calderas y permite realizar en las condiciones más racionales:

- 1.º La extensión progresiva de la fábrica, por la adición de grupos similares, correspondiendo cada uno á una nueva calle.
- 2.º La división de la fábrica total en secciones enteramente distintas y autónomas, lo que, y muy particularmente en el caso de las Centrales para alumbrado (á régimen variable), constituye una ventaja de primer orden.
- 3.º El «bucle» de la tubería de vapor y de agua de alimentación, que evita que el circuito se encuentre interrumpido en caso de rotura accidental en un punto cualquiera de su recorrido.

Con la antigua disposición, que comprendía una sola fila longitudinal de generadores, esta condición esencial no podía realizarse más que al precio de una doble tubería inutilizada en la mitad de su mayor longitud y doblando, por consecuencia, las pérdidas por condensación, así como los

peligros de accidente por escapés en las juntas, explosiones de compuertas, etc. Aquí, dos colectores paralelos próximos forman naturalmente los dos grandes lados del bucle, el cual se completa reuniéndolos por sus extremidades, ya formando estos enlaces con los colectores de dos filas de generadores que forman la fachada en una misma calle, ó por los de dos filas opuestas.

4.º La agrupación y el arreglo racionales de todos los servicios que sirven un mismo grupo de generadores; conducción del carbón según el eje de la calle y distribución simétrica á los generadores de las dos orillas; salida de las cenizas; evacuación de los gases de la combustión por tragantes rectilíneos que vayan á parar á una chimenea por calle; centralización de los aparatos auxiliares (bombas alimentadoras, ventiladores de tiro, motores para los transportadores, y diversos) y de los aparatos de comprobación (analizadores de gas, indicadores de tiro y de temperatura, etcétera).

La disposición lógica que lleva consigo para el resto del plan esta primera disposición, consiste en cuadrar la sala de calderas entre la sala de máquinas, cuyas diversas unidades generatrices se encontrarán en correspondencia con los grupos de generadores ó salas de calderas parciales afectas á su alimentación, y los silos de carbón, lado de las chimeneas. Esta última disposición está, sin embargo, subordinada en gran parte á las disponibilidades en materia de terreno.

En fin, el cuadro de distribución y sus numerosos accesorios serán colocados con preferencia sobre el lado mayor de la sala de máquinas opuesto á los generadores. Los tres grandes servicios de la fábrica: servicio de caldeo, servicio de máquinas y servicio eléctrico, pueden, pues, considerarse como localizados de antemano según un plan de conjunto susceptible de pocas variantes.

Entre estas grandes líneas y la determinación de la clase de aparatos, así como de los detalles de su arreglo ó colocación, existen otras cuestiones de orden general cuyo estudio merece la mayor atención. Nos referimos particularmente á las dos siguientes:

1.º *Disposiciones que tienden á asegurar de un modo permanente la mejor utilización posible del material en servicio (generadores y grupos electrógenos).*

2.º *Auxiliares: máquinas de servicio para las unidades principales y servicios interiores de la fábrica: origen y naturaleza de la potencia motora que debe moverlas; disposiciones de seguridad.*

1.º La primera cuestión, de la cual depende en gran parte la economía futura de la explotación, descansa sobre la consideración del horario de marcha, tanto anual (función de la estación) como diario (función de la hora).

Existe desde este punto de vista una diferencia radical entre la fábrica para tracción y la fábrica para alumbrado, y cual disposición perfectamente justificada en uno de los casos, podrá en el otro ser onerosa ó simplemente fuera de lugar.

Ofrece un ejemplo de este hecho la centralización de los aparatos auxiliares de que se ha hablado antes. Para una fábrica de tracción cuyo servicio comprende la marcha permanente de un número poco variable de unidades generadoras, se puede admitir (salvo algunas reservas relativas á la cuestión de seguridad general) el principio de la centralización de los grandes auxiliares—excitación de los alternadores y condensación de las máquinas motoras—que

consiste en el empleo de excitatrices y de condensadores separados y sirviendo cada uno muchos grupos electrógenos. Pero la obligación de mantener en marcha estos auxiliares, por débil que sea el grado de utilización del material principal servido por ellos durante ciertos períodos, grava la economía general en una constante de consumo, tanto más importante cuanto estos períodos de débil carga son más largos. Esta solución es, pues, completamente inadmisibles para la fábrica de alumbrado, cuyo coeficiente de utilización está llamado á variar constantemente y entre muy amplios límites.

De una manera más general, el factor de diferenciación entre estos dos tipos extremos de fábricas centrales será el *grado de dependencia recíproca* de los diversos elementos que concurren á la producción de la energía total. En el límite, y siempre con las reservas precedentemente dichas, esta dependencia podrá ser todo lo completa posible en una fábrica de tracción, la cual forme un solo conjunto siempre utilizado integralmente; en el caso de una fábrica de alumbrado, por el contrario, habrá el mayor interés en realizar, según las condiciones del horario de la red, un fraccionamiento de la potencia total que asegure la autonomía más completa de las diversas subdivisiones, de modo que cada una de ellas pueda estar permanentemente utilizada en las mejores condiciones de rendimiento.

Cada una de estas subdivisiones constituirá, por lo tanto —abstracción hecha de ciertos servicios forzosamente comunes—, una Central distinta que se baste á sí sola.

Este programa conducirá á atribuir á cada conjunto electrógeno, que constituye la parte electromecánica de una subdivisión, una sección de calderas *normalmente* afecta á su particular uso.

En efecto, dado el desarrollo de las grandes Centrales actuales, no se podrá conservar en toda su generalidad este principio largo tiempo admitido como absoluto y que consiste en privar á las diversas unidades motoras y á los diversos grupos de generadores de toda dependencia recíproca: un colector general de vapor constantemente en presión en toda su extensión para poder alimentar cualquier máquina y con cualquier caldera. Este principio es de aquellos que siendo excelentes cuando se les aplica en pequeña escala resultan perjudiciales cuando se les generaliza con exceso. Independientemente de la longitud excesiva de tubería y de las complicaciones resultantes que arrastran una multiplicidad de juntas y de compuertas de una conservación onerosa, las condiciones modernas de explotación hacen intervenir un factor preponderante en semejante materia: la temperatura elevada que el empleo de los turbomotores permite atribuir al vapor por el recalentamiento, aunque fuera más exacto decir que *impone* al vapor. Los grandes colectores que van á parar á las unidades generadoras podrán ser recalentados, pero sabido es cuán rápidamente aumentan las pérdidas de calor en función de la diferencia entre la temperatura del vapor y la del medio ambiente, y cualquiera que sea el cuidado que se tenga en la protección de las enormes superficies de los colectores con espesas capas calorífugas, dichas superficies serán siempre el asiento de una disipación permanente de energía que una buena economía no puede tolerar, aparte de que la reducción del recalentamiento disminuirá como es sabido el rendimiento térmico de los motores.

Este hecho conduce á restringir notablemente la aplicación del principio general arriba enunciado.

Sin embargo, al lado de las condiciones que la *economía* de la explotación indica, es necesario no despreciar las que la *seguridad* debe prever, y si el principio no puede aplicarse en su integridad absoluta, no por eso debe renunciarse enteramente á las garantías que su aplicación reducida á proporciones razonables sería capaz de procurar.

Comparemos los grados de seguridad respectivos que presentan estas dos soluciones extremas: por una parte, la fábrica indivisa, y por otra, la fábrica seccionada en grupos autónomos enteramente distintos.

Un accidente susceptible de inmovilizar una parte de la instalación podrá tener su asiento en la tubería de vapor en un generador ó en un grupo electrógeno.

Contra un accidente en la tubería, abertura de una junta ó rotura de llave, la realización del bucle en cada sección da el máximo de seguridad; las grandes longitudes de tubería, los codos numerosos y la multiplicidad de las juntas y de las compuertas tienden, en el caso de la fábrica indivisa, á aumentar los riesgos de un accidente. La seguridad general no tiene, pues, por este lado nada que perder en el seccionamiento.

Por el contrario, por lo que concierne á la eventualidad de que un generador ó de un turbomotor quede fuera de servicio, el hecho de no poder sustituir al elemento inmovilizado uno cualquiera de los recambios repartidos en la fábrica total, coloca la fábrica seccionada en un estado de inferioridad enfrente de la fábrica indivisa. La alternativa es la siguiente: ó multiplicar los recambios á costa de un mayor gasto de primer establecimiento, ó consentir en una reducción del coeficiente de seguridad.

Las condiciones son, por otra parte, muy distintas, según que se consideren los generadores ó los grupos electrógenos. En el caso de un accidente que inmovilice uno de los generadores, el resto de la batería podrá siempre suplir, durante el tiempo necesario, al elemento averiado; cada sala de calderas comprenderá, por otra parte, normalmente sus propios recambios necesarios, tanto para la limpieza y visitas cuanto para la sustitución en caso de avería. Únicamente el número total de elementos suplementarios que hay que prever en vista de esta última eventualidad excederá, para la fábrica seccionada, al que podrá ser suficiente, con el mismo coeficiente de seguridad en la fábrica indivisa; pero no se trata sino de un tanto por ciento de más, perfectamente admisible en los gastos de primer establecimiento.

La eventualidad de tener una subdivisión inmovilizada por su sala de calderas es, pues, poco probable, y por este lado también la seguridad no tiene que sufrir por el seccionamiento.

Otro es el riesgo de esta inmovilización, parcial ó total, por consecuencia de un accidente en uno de los grupos electrógenos. En semejante caso, es necesario suplir el grupo inmovilizado por la puesta en marcha de otro, el cual será *necesariamente* alimentado por las calderas de la subdivisión considerada A, viniendo á actuar sobre este grupo la potencia que quedó disponible por la parada del precedente.

Pero este nuevo grupo pertenecerá, si es un recambio *previsto como tal*, á la subdivisión A, ó bien será un grupo que pertenezca á otra subdivisión.

Si se admite esta última posibilidad, cuya ventaja evidente es la utilización infinitamente más completa de los recambios de que dispone la instalación total, es necesario de toda necesidad haber previsto, sea el recurso, para cada grupo electrógeno, de poder tomar el vapor de otra sección

de calderas, por un juego de llaves y de tubería que dejen las secciones sin conexión entre sí, sea una unión intermedia entre los colectores propios de cada subdivisión que permitan solidarizar las secciones de calderas. Pero mantener el vapor permanentemente en esta unión nos lleva al principio del colector principal cuyas consecuencias onerosas hemos señalado precedentemente; y por otra parte, si se reserva esta disposición como recurso para utilizarlo en caso de necesidad, separándolo por compuertas impermeables y normalmente cerradas, no se podrá utilizar inmediatamente á causa del tiempo preciso para recalentar, purgar y equilibrar esta parte fría de la tubería.

No obstante, esta solución parece preferible á la primera, la del grupo que puede enlazarse á dos secciones de calderas, que es mucho menos general. El principio de la unión conservada en reserva encuentra su justificación y su aplicación racional en el hecho de que el problema de los recambios *se plantea en realidad bajo dos formas: el recambio inmediato y el recambio diferido*.

Para fijar las ideas, supongamos que cada subdivisión tal como A comprende tres turbo-motores—dos de servicio y uno de recambio previsto—alimentados por la misma sección de calderas en tiempo ordinario sin conexión con ninguna otra. Un accidente sobreviene en marcha en uno de los turbo alternadores; el tercero le es inmediatamente sustituido; he aquí el recambio inmediato, que—salvo el caso muy excepcional de que sobrevenga un segundo accidente y en un grupo de la misma subdivisión—permitirá asegurar enteramente el servicio del día.

Pero si la subdivisión A estuviese sin recambio, su empleo, en estas condiciones, es escabroso; entonces, y durante el tiempo necesario para la reparación del grupo averiado, se mantendrá establecida la unión entre su sección de calderas y la de la subdivisión próxima B, unión que será hecha de antemano cómodamente. El grupo de recambio de B será de esta suerte provisionalmente común á las dos subdivisiones A y B. En esto consiste el recambio diferido, que no tiene el carácter de urgencia inmediata del primero.

De grupo en grupo, si se producen otras inmovilizaciones del mismo género, la misma maniobra permitirá utilizar sucesivamente todos los recambios de la fábrica en la marcha de las subdivisiones incompletas, á costa de un gasto de calórico en las uniones que es, en este caso, un caso de fuerza mayor, y no un estado de cosas normal y permanente.

En resumen, la solución que acaba de ser descrita en sus grandes líneas comprenderá:

De un lado, por lo menos, y en cada subdivisión, un grupo suplementario, destinado á servir de recambio inmediato.

De otro lado, y al fin de realizar recambios diferidos, la posibilidad de solidarizar entre sí las salas de calderas por una unión transversal que enlace los colectores, debiendo esta unión estar normalmente cerrada para ser utilizada según una longitud más ó menos grande, en el único caso en que, encontrado uno ó muchos grupos electrógenos fuera de servicio, el destino primitivo de los recambios instantáneos deba encontrarse generalizada.

Sin pretender atribuir á esta solución la generalidad de una fórmula tipo, se puede hacer valer en su favor el hecho de satisfacer bastante bien á la doble condición de economía y seguridad. Bajo este último concepto, su ventaja sobre las otras soluciones es la de estar en perfecto acuerdo con las necesidades efectivas de la práctica, en la cual encontramos

realmente los dos grados de urgencia á los cuales responde. Desde el punto de vista económico, se debe evitar el sostener la presión en un colector si la seguridad inmediata se encuentra asegurada por otra parte; desde el punto de vista de la seguridad, es necesario poder utilizar del modo más general posible los recambios entre las unidades generatrices de cuya instalación total se dispone.

El fraccionamiento de la fábrica permitirá sobre todo satisfacer económicamente á las variaciones periódicas del horario anual; las del horario diario podrán justificar la adopción de unidades de potencias desiguales, sirviendo las menos potentes de transición entre dos estados de régimen consecutivos.

En general, la tendencia es más bien de preconizar el empleo de unidades del mismo tipo, pero este es un principio al cual no hay que atribuir más importancia de la debida. No sólo no hay seria razón que se oponga al empleo de unidades diferentes, sino que, por el contrario, este empleo presentará frecuentemente, en las fábricas de alumbrado, un evidente interés económico.—O.

(Se continuará.)

LOS PUERTOS DE HAMBURGO, AMBERES

Y VARIOS OTROS DE EUROPA

POR EL INGENIERO GUIDO JACOBACCI

(CONCLUSIÓN)

PUERTO DE AMBERES

Los carros de esta clase circulan en el puerto y alrededores en grandísimo número, transportando mercaderías desde los galpones á la ciudad ó á los depósitos ó estaciones y viceversa. Si al terminarse las horas de trabajo, la carga ó descarga de un carro que se halla en el interior de un galpón no está terminada, se quitan los caballos y se deja el carro para concluir la operación en el día ó en las horas siguientes.

Los caballos que se usan para la tracción son de razas especiales para tiro, y de ellos se ven hermosísimos ejemplares. Generalmente se atan por yuntas, pero se ven también chatas arrastradas por un solo caballo, atado á la izquierda de la lanza. El conductor generalmente no está sobre el vehículo, sino que lo acompaña á pie y á la izquierda, manejando desde allí los caballos. Un detalle curioso es el modo de manejar, que no se hace en la forma ordinariamente acostumbrada. El caballo de la derecha no tiene rienda ninguna; está simplemente atado á la lanza y al balancín, y obedece en sus movimientos al compañero. El caballo de la izquierda es el que guía: lleva unas riendas cortas, reunidas sobre el lomo y atadas á una larga cordezuela que el conductor tiene en su mano para manejar. Una sacudida inicial pone en movimiento los caballos, los que se hacen doblar á la izquierda tirando la cordezuela ó á la derecha sacudiéndola repetidamente.

Los carros son de estructura algo tosca y el material empleado en su construcción es la madera, usándose el hierro para los ejes y para las piezas de unión y refuerzo. No tienen resortes, y, por lo tanto, su circulación es bastante perjudicial para los adoquinados. Sin embargo, existen también carros con resortes, cuya plataforma queda á una

altura muy poco mayor que en los otros; en ellos el material de hierro tiene mayor importancia, especialmente en la construcción de los largueros y de la parte delantera.

Los carros descritos son eminentemente prácticos, y su forma está lógicamente de acuerdo con el tipo de galpones, accesibles á los carros y desprovistos de planchadas. La colocación de las mercaderías en ellos es muy fácil, debido al desnivel mínimo á superar, y la estabilidad es excepcional, gracias á la ancha base ofrecida por las ruedas y á la escasa altura del baricentro.

Otros vehículos construídos con idénticos criterios están en uso en el puerto, limitadamente á los muelles cubiertos y descubiertos y á las zonas de descarga. Algunos son de cuatro ruedas bajas, algo parecidos á los descritos, provistos de una corta lanza para tracción á mano ó por medio de un caballo. Sus plataformas tienen un metro de ancho por 3,50 de largo y se hallan á 0,60 metros arriba del piso. Otros, para pesos menores, son todavía más bajos; tienen dos ruedas de poco más de un metro con ejes doblados y dos varas para la tracción á mano.

Datos estadísticos.

Para completar las noticias anteriores y formar ideas sobre la importancia y naturaleza del tráfico del puerto de Amberes, es necesario añadir algunos datos estadísticos.

El cuadro siguiente representa la proporción entre vapores y veleros y el tonelaje medio de ellos.

AÑOS	VELEROS ENTRADOS		VAPORES ENTRADOS		TOTAL	
	Número.	Ton. med. Tn. M.	Número.	Ton. med. Tn. M.	Número.	Ton. med. Tn. M.
1850.....	1.124	136	280	164	1.406	140
1860.....	2.137	158	410	288	2.547	177
1870.....	2.222	259	1.745	345	3.937	275
1880....	1.317	356	3.158	660	4.475	570
1890.....	849	294	3.879	1.098	4.728	953
1900... ..	571	487	4.843	1.330	5.414	1.240
1901.....	527	445	4.740	1.518	5.267	1.411
1902.....	488	565	5.230	1.556	5.718	1.473
1903.....	533	528	5.314	1.655	5.847	1.541
1904.....	531	501	5.401	1.687	5.932	1.606
1905.....	499	504	5.595	1.723	6.094	1.633
1906.....	528	485	5.980	1.775	6.503	1.667

De ese cuadro resulta que el número de buques de vela que hasta 1870 había ido aumentando y representaba en ese año el 55 por 100 del total, fué después disminuyendo en número y en proporción hasta reducirse á poco más del 8 por 100. El aumento del tonelaje medio fué muy limitado. Los vapores, al contrario, aumentaron rápidamente en número, en proporción y en tonelaje medio. Como consecuencia de la disminución de los veleros se nota esta particularidad, que desde 1870 á 1905 el tonelaje ha aumentado casi nueve veces, mientras el número de buques no ha alcanzado á duplicarse.

El movimiento de mercaderías habido en el puerto en los últimos años es el siguiente: