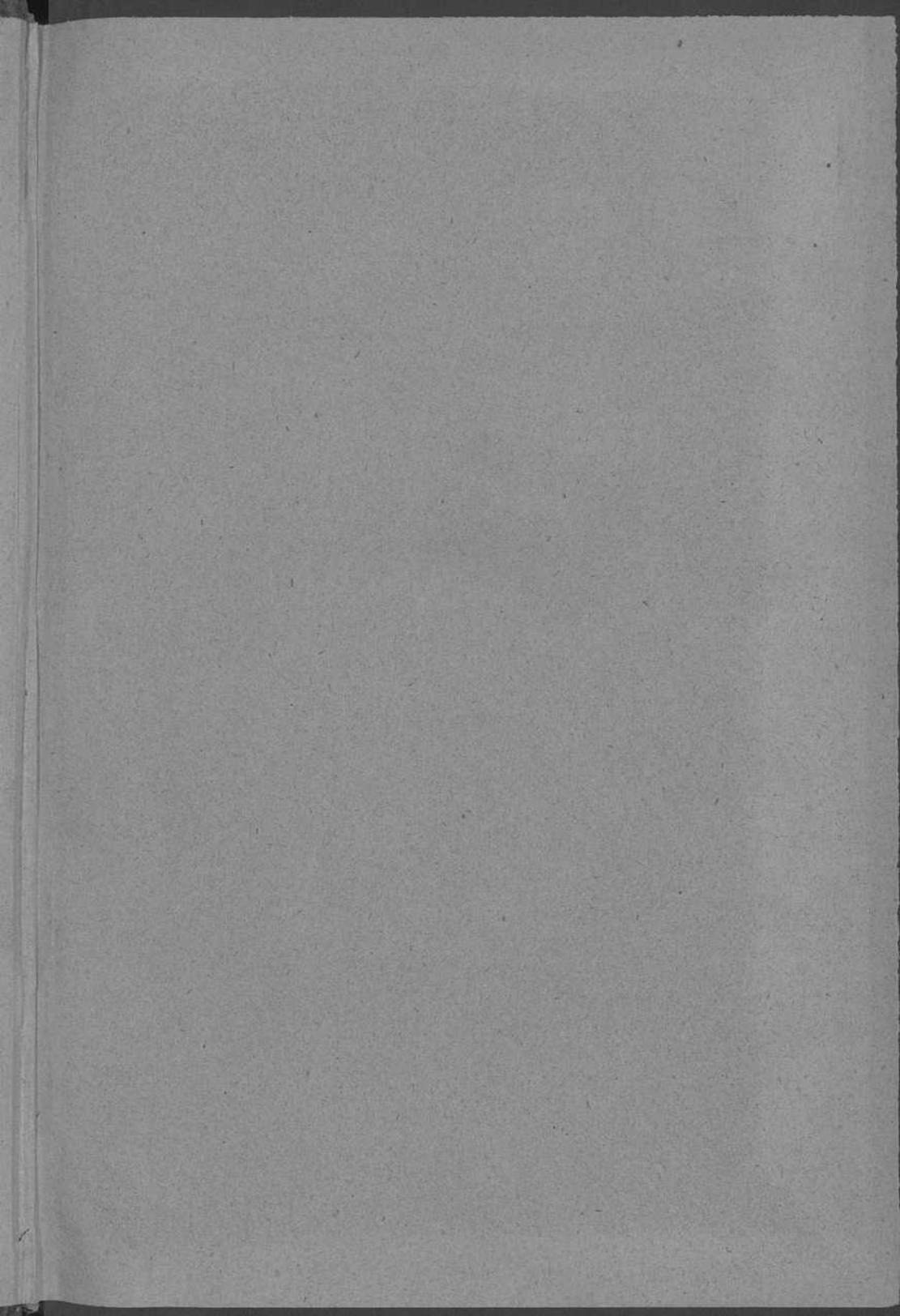
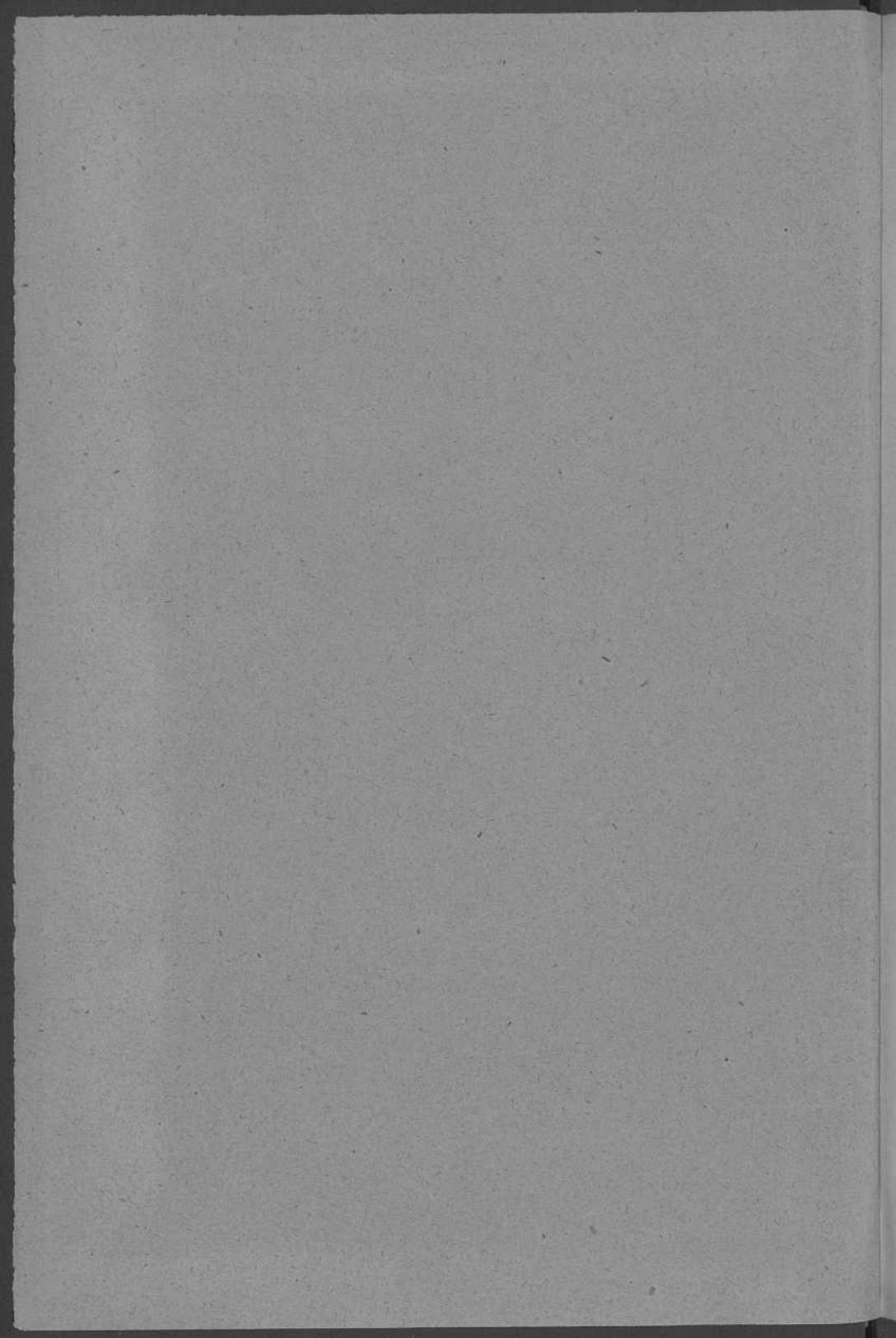


15385

~~10978~~





MANUAL DEL FOGONERO Y MAQUINISTA

ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO

BOGOTERO

Y NEOLIBERTARIA

DE LA REVISTA

DE ECONOMIA Y SOCIOLOGIA

DE LA UNIVERSIDAD

DE PUERTO RICO

MANUAL PRÁCTICO
DEL
FOGONERO
Y MAQUINISTA

POR

D. GABRIEL GIRONI

INGENIERO INDUSTRIAL Y OFICIAL DEL CUERPO DE TOPÓGRAFOS



MADRID
LIBRERÍA DE CUESTA
CALLE DE CARRETAS, NÚM. 9
1865

PLAN DE LA OBRA

Es propiedad de los Sres. Viuda é Hijos de D. J. Cuesta.

PLAN DE LA OBRA

No nos proponemos escribir un Tratado de máquinas de vapor ni mucho menos, pues ocuparía un extenso volumen, por demás inútil para los que sólo desean manejar, en la verdadera acepción de la palabra, una máquina de vapor cualquiera; por otra parte, hacer un libro con gran copia de cálculos matemáticos y largas consideraciones científicas, discutiendo, con ayuda de las ciencias físico-matemáticas, cada uno de los sistemas de máquinas, calderas, hogares, chimeneas y órganos de todos estos mecanismos y aparatos, sólo interesaría á los ingenieros industriales, que son los llamados á explorar tan elevadas disquisiciones de las ciencias aplicadas. El objeto de este Manual será, por el contrario, la reunion de reglas fijas que deban tener presentes el maquinista y el fogonero para dirigir bien una máquina de vapor.

Ocurre con frecuencia que por no cuidar bien una máquina de este género, se inutiliza á las pocas semanas de funcionar, hasta el extremo de no servir para nada, sin largas y onerosas composturas, que, despues de todo, nunca quedan bien. Por ejemplo, un exceso de fuego quema la caldera, y de ello resulta un grave contratiempo que exige costosa y difícil compostura; un golpe imperceptible en cualquier órgano, que al principio apenas se nota, llega á ocasionar desgastes en piezas de importancia; una distribucion del vapor mal arreglada

ocasiona mayor gasto de combustible y mayor esfuerzo de la máquina, en perjuicio de los intereses de la fabricación y del porvenir del artefacto; el modo de hacer las juntas en los cilindros y caja de distribución; la manera de extender el combustible sobre la rejilla; el engrase y los cuidados más insignificantes en el manejo de una máquina, determinan al cabo de un año grandes economías, conjurando eminentes peligros y salvando por fin de una ruina cierta la máquina mejor construida y del sistema más perfecto.

Hé aquí, pues, el objeto de este Manual, explicado por la necesidad que debe satisfacer.

Por lo demás, hay varios libros donde se trata esta cuestión, y dejando á un lado los teóricos, que están fuera de nuestro propósito, conocemos catecismos de maquinista que se acercan al fin que nos proponemos, pero tampoco satisfacen, ni mucho menos, el vacío que sentimos; unos, porque en ellos sólo se dan reglas, sin razonarlas en aquello que puede y debe, por lo tanto, estar al alcance del obrero que ha de dirigir una máquina; y otros, por estar escritos en forma de preguntas y respuestas, donde no es posible razonar sin grandes paréntesis, que quitan importancia á semejante medio de escribir, constituyendo un pié forzado que se inutiliza en muchos casos bajo el punto de vista literario; todo por la monomanía de seguir en la forma al catecismo de la doctrina cristiana y á otros libritos de la primera enseñanza, cuyo sistema, aun aplicado para los niños, se discute mucho todavía entre los más distinguidos pedagogos.

En cuanto al plan de la obra, será todo lo racional posible; empezaremos por dar un concepto claro de las máquinas de vapor, en todas sus partes y órganos, siguiendo con los sistemas que en el día se disputan la gloria de ser los mejores, emitiendo las opiniones más autorizadas en la materia; en seguida trataremos de las

reglas para conducir el hogar y la caldera productora del vapor, para despues explicar las que corresponden al mecanismo que aprovecha su fuerza expansiva, trasformándola en trabajo útil, ó sea la máquina propiamente dicha; y como fin de la obra daremos tambien las reglas precisas para montar y desmontar estas máquinas, con las precauciones debidas para que en ningun caso puedan sufrir desperfectos de ningun género. Además, en cada una de estas tres partes, y en los lugares que correspondan, estudiaremos algunas cuestiones pertinentes al asunto, como por ejemplo, al tratar de los hogares se examinarán las diversas clases de combustible, distinguiendo sus respectivas potencias caloríficas y las aplicaciones más indicadas; al ocuparnos de las máquinas de vapor, citaremos las grasas más convenientes para la lubricacion, los betunes más á propósito para hacer buenas juntas, con las recetas correspondientes y los medios de practicarlas; y así, con un lenguaje claro y natural, sin caer en lo chavacano por grosero é inútil, dada la ilustracion del que busca un libro en este país en que tan pocos leen, ni en lo elevado porque no sabemos escribir en tan culta forma, y además porque seria ridiculo, desenvolveremos al pié de la letra el objeto y plan de la obra, que si no lleva en sí nada nuevo, porque en este asunto es imposible por lo mucho que se ha escrito sobre él, estamos seguros de que en toda ella se apreciará ese espíritu práctico que en nuestra larga vida de ingeniero nos ha puesto en el caso de vencer dificultades en el cuarto de máquinas y entre los mismos obreros, de quienes muchas veces se aprende algo muy útil, que bien razonado, debe escribirse en libros de esta naturaleza.

G. G.

MANUAL OF THE LAMAR

1910

The Lamar Manual is a comprehensive guide to the operations of the Lamar system. It covers the following topics:

- 1. The history and development of the Lamar system.
- 2. The organization and structure of the Lamar system.
- 3. The duties and responsibilities of the various personnel involved.
- 4. The procedures and processes for the operation of the Lamar system.
- 5. The maintenance and repair of the Lamar system.
- 6. The safety and health regulations applicable to the Lamar system.
- 7. The financial and administrative aspects of the Lamar system.
- 8. The legal and regulatory requirements for the Lamar system.
- 9. The training and education requirements for the Lamar system.
- 10. The future prospects and challenges of the Lamar system.

MANUAL DEL FOGONERO Y MAQUINISTA

LA MÁQUINA DE VAPOR

Nada menos que de ciento veinte años antes de Jesucristo data el principio fundamental de las máquinas de vapor. En aquella época el célebre Heron de Alejandría, en su libro denominado *Spiritalia*, se ocupaba ya de la fuerza que desarrolla el vapor de agua, inventando al efecto un sencillo aparato que la ponía en evidencia, pero sin sospechar siquiera que en lo esencial de aquel juguete se hallaba el fundamento de las máquinas de vapor que veinte siglos más tarde habían de transformar al mundo, aplicadas á la locomoción y al trabajo en sus infinitas manifestaciones.

Hé aquí en lo que consistía el aparato de Heron: un cacharro cualquiera, con su tapa herméticamente cerrada, en cuyo centro se elevaba un tubo á modo de chimenea, única salida que tenía el recipiente; el extremo de esta chimenea formaba una concavidad semi-esférica, donde se ajustaba una esfera suelta, hecha de cualquier materia; es claro que si se ponía agua en el recipiente y se colocaba este sobre un hornillo, la salida del vapor ponía en movimiento la bolita colocada sobre la chimenea.

El griego Heron todavía describe en el citado libro un ingenioso aparato de reacción, que se aproxima mucho más al ideal que más tarde había de constituir la máquina de vapor; suponemos una esfera metálica y hueca, con dos salidas tubulares y opuestas, formando codos, uno en un sentido y el otro en el contrario; es claro también que si se monta la esfera entre dos puntos de un torno, por ejemplo, de manera que dichas salidas queden en posición perpendicular, ó mejor con alguna inclinación respecto al eje virtual de los apoyos para que no se vierta el contenido con el movimiento, y se pone agua en dicha esfera y lumbré debajo, apenas empiece á salir vapor por los tubos, dicha esfera girará entre sus apoyos en virtud de la reacción que sobre la misma ejercerá la potente fuerza del elemento que nos ocupa.

Vitrubio cita tambien unos aparatos conocidos por los antiguos para determinar una *corriente de aire*, como decia aquel sabio, confundiendo lastimosamente los vientos con las corrientes de vapor; estos aparatos, llamados *eolypilos*, consistian en esferas huecas, con una sola y pequeña salida, por donde se llenaban de agua, y al calentarse producian naturalmente un chorro de vapor, que los primitivos fisicos creian que era una manifestacion del viento.

Séneca explicaba los temblores de tierra por la fuerza expansiva del vapor producido por el agua que encierra el interior de la tierra y calentada por los volcanes. Y con esto termina todo concepto de la fuerza del vapor en los primeros tiempos de la historia. Sin embargo, ya desde las épocas más remotas, desde aquellas en que el hombre empezó á condimentar sus alimentos por medio de la coccion, al tapar el recipiente en que la verificaba, debió tener ocasion, sin duda alguna, de sentir el golpeteo que se ocasiona con dicha tapa cuando ajusta demasiado, ó tambien cuando la ebullicion es tumultuosa; asimismo esos golpes que alarman á la mujer cuidadosa y la hacen desviar la tapa de su puchero para aumentar la salida del vapor, fueron siempre la señal de un gran invento, anunciado de este modo tan sencillo, y sin que nadie se cuidara de darle forma en realidad hasta el siglo pasado. Pero no adelantemos los sucesos, y sigamos historiando.

Leonardo de Vinci, nacido en 1452, describe en sus manuscritos un verdadero cañon de vapor, atribuyendo este invento, que era suyo, al célebre Arquímedes, personificacion eterna del período griego; semejante trasfendencia de su propio mérito no tiene otra explicacion que el parecido fundamental de dicho invento con el de Heron sobre el movimiento de la esfera, y además la idea dominante de que Arquímedes representaba la suprema sabiduría en las ciencias fisicas de la antigüedad. El efecto del cañon de Leonardo de Vinci consistia en abrir de pronto la salida del vapor de una caldera por un tubo donde se ajustaba una esfera que naturalmente era lanzada al espacio como cualquier proyectil. Despues figura en esta ilustre historia el nombre glorioso de un español, Blasco de Garay, que en 1543 hizo en Barcelona una aplicacion ingeniosa del *eolypilo* de Heron, á fin de obtener movimiento; pero este ensayo, sin auxilio de nadie, malogrado en gérmen por la apatía general, no tuvo otro interés que una curiosidad como las anteriores, sin resultado alguno. Pero de todos modos, la primera aplicacion del vapor para obtener movimiento útil se debió á un español que trató de hacer marchar un barco

al impulso de la fuerza expansiva de este poderoso elemento.

En 1629, Juan Branca, distinguido ingeniero de aquella época, inventó la máquina que lleva su nombre, la cual consistía en una esfera llena de agua, con una sola abertura, por donde, bajo la acción del calórico, arrojaba un chorro de vapor; ahora bien, actuando esta corriente sobre las paletas de una rueda, la ponía en movimiento. Este sistema se reprodujo por Pelletan en el segundo tercio de nuestro siglo, á causa de exagerar demasiado los efectos del vapor en movimiento; pero bien pronto se convencieron todos de que esta acción no es tan poderosa como se suponía, y mucho menos obrando al aire libre, donde se enfria el vapor rápidamente y pierde en seguida toda su fuerza expansiva. Por el contrario, y esto es preciso no olvidarlo, la fuerza del vapor no puede utilizarse con ventaja más que aprisionada en un recipiente cerrado.

Otra aplicación del vapor fué la fuente de Salomon de Caus, que se reducía á una esfera en cuya parte superior se soldaba un tubo que llegaba hasta un tercio del fondo; este tubo tenía su llave, y además había otra abertura para llenarla, con su llave correspondiente. Ahora bien; llena de aquel líquido en parte, se ponía al fuego, cerrando la llave de la esfera, y es claro que tan pronto como se iba acumulando vapor en la parte de arriba, bastaba que se abriera la llave del tubo para que saltara el agua como en un surtidor, patentizándose así la fuerza expansiva del fluido que nos ocupa.

La primera máquina de vapor con cilindro y émbolo fué debida á Dionisio Papin, como lo prueban las actas de Leipzig de 1690, donde se describe en latin un artefacto que constituye el rudimento de las máquinas modernas. Hé aquí el pensamiento de tan célebre inventor; decía: si se quema un poco de pólvora en un cuerpo de bomba, bajo un émbolo ajustado en él, es claro que la fuerza de la explosión elevaría dicho émbolo; ahora bien, enfriado el gas producido por la pólvora, se produciría en seguida un vacío bajo el émbolo, y este, obligado por su propio peso, mas la presión atmosférica, le haría descender, produciéndose así el movimiento rectilíneo alternativo de todas las máquinas de vapor que se construyen en la actualidad.

En este principio descansan precisamente las modernas máquinas de gas, que tanto se emplean en las grandes poblaciones. Papin substituyó despues el gas de la pólvora por la fuerza expansiva del vapor producido en una caldera aparte del cilindro, obteniendo iguales resultados que en el caso anterior.

Segun una carta que se ha descubierto dirigida por Papin á Leibnitz, parece ser que aquel trataba de aplicar su invento á un barco que construyó al efecto, el cual se habia de mover con la fuerza expansiva del vapor, cuya embarcacion fué destrozada por varios aldeanos barqueros del Weses, temerosos al parecer de que el nuevo invento les quitase el pan, y el desdichado Dionisio Papin se retiró de su noble empresa, viviendo pobre y olvidado, con una pequeña pensión que le concedió la Sociedad Real de Lóndres.

Figura despues en esta lista de ilustres inventores el capitán Savary, que en 1698 construyó su célebre máquina de vapor, fundada en los dos principios que inspiraron acerca del asunto á sus émulos Salomón de Caus y Papin. Como el primero, aplicó su mecanismo para elevar agua, pero tuvo la buena idea de separar el recipiente que servía para la formación del vapor, del que encerraba el agua destinada á elevarse; y como Papin, lograba el vacío en la misma cámara del cilindro, donde el vapor hacia su efecto sin más que condensarle por enfriamiento, con cuyo resultado se aspiraba el agua de un pozo donde el nivel no estuviere más bajo de 10 metros. El enfriamiento se conseguía por medio de un chorro de agua fría que se lanzaba en el cuerpo de bomba sin más que abrir una llave dispuesta al efecto. Bastaba, pues, mover acompasadamente un juego de llaves para que funcionara este pesado artefacto, donde se consumían las 11 dozavas partes del vapor para calentar en cada embolada, tanto las paredes del cilindro, enfriadas por la condensación anterior, como el agua que queda en el mismo por igual causa. Únicamente donde era preciso calentar agua con cualquier objeto, podía compensar tan extraordinaria pérdida. Este ensayo, como los anteriores, no tuvo resultados prácticos, por cuanto que la industria no logró con él beneficio alguno.

Hemos empleado estas breves páginas en hacer historia sobre tan importante invención, con el objeto de evitar preocupaciones y de que el obrero tenga una idea clara de las vicisitudes que sufrió la utilización del vapor hasta llegar á la máquina verdaderamente industrial, debida á JAIME WATT, que es, sin disputa, el primero que hizo prácticas las tentativas anteriores, creando un mecanismo que aun prevalece en nuestros días, sin otras modificaciones que algunos detalles que, si bien son importantes, no alteran en su esencia la célebre máquina de Watt, tal como la presentó definitivamente modificada en 1784.

El estudio de la máquina de Watt es el mejor procedimiento

que puede seguirse para enseñar lo que nos proponemos en esta primera parte de nuestra obra, es decir, hacer comprender al que lo necesite lo que es una máquina de vapor y su modo de funcionar. Además, ¿por qué el obrero á quien dedicamos el presente libro, no ha de conocer las vicisitudes, los trabajos y las luchas que hubo de sostener el insigne inventor que nos ocupa, á fin de que le sirva de estímulo, aunque para ello sea preciso distraer algunas páginas más en esta noble empresa de instruir al que trabaja? Por el contrario, creemos que en los años medios de nuestro siglo se ha hecho un mal muy grande en despojar á las enseñanzas, á los trabajos y á todo de la parte poética y bella que ennoblece al hombre, persiguiendo siempre la parte utilitaria de la vida. Esto es inconveniente y altamente perjudicial, por razones que no debemos tratar aquí. Existen, pues, dos motivos para que nos ocupemos con alguna extension de la obra que inmortalizó al insigne creador de la primera máquina útil de este género que fué construida en el mundo.

Watt desempeñó en los primeros años de su juventud la plaza de constructor de instrumentos matemáticos de la Universidad de Glasgow (Inglaterra), distinguiéndose por su gran habilidad en el trabajo, por sus muchos estudios científicos, que no descuidaba un punto, y por la fe y constancia que le animaban en sus continuas investigaciones. Este hábil mecánico se preocupaba, como resultado de incesantes experiencias, de la gran cantidad de calor que absorbía el agua para evaporarse, y se condolia de que la máquina de Savary y sus modificaciones, debidas á Newcomen y otros contemporáneos que modificaban continuamente la primitiva idea, no llegase á la perfeccion, y sobre todo, que en la más perfecta de todas las máquinas de su tiempo aun subsistiesen las dos causas que, indispensables ambas, se destruian, sin embargo, en sus efectos; así como era preciso: 1.º, que en el momento de empezar á descender el émbolo, sobreviniese el vacío perfecto bajo el mismo; y 2.º, que al elevarse dicho émbolo, el vapor actuante no perdiese nada de su fuerza elástica; resultaba que la primera condicion exigia el enfriamiento de las paredes del cilindro ó cuerpo de bomba, mientras que la segunda se contrariaba grandemente con el referido enfriamiento.

Para satisfacer ambas necesidades inventó Watt el condensador fuera del cilindro, constituyendo esta idea el paso más importante para hacer práctica la máquina de vapor. Este condensador consistia en una capacidad puesta en comunicacion con el cilindro en el momento en que empezaba á descender el émbolo, y en

la cual se precipitaba un chorro de agua fría, subdividido en muchos surtidores; de modo que el vapor se condensaba allí sin enfriar las paredes del cilindro, y así descendía el émbolo con gran facilidad, obligado además por la presión atmosférica. El espíritu inventivo de Watt no se detuvo aquí, sino que en seguida creó la *bomba de aire*, que extraía, en primer lugar, el agua que se formaba del vapor; por otra parte, el aire que le acompañaba, y por último, el aire también contenido en el agua caliente, en perjuicio de los movimientos de la máquina. Esta bomba de aire se movía por medio del balancín horizontal, cuyo extremo se unía con un vástago articulado al émbolo del cilindro.

A fin de atenuar más y más en lo posible el enfriamiento del cilindro, imaginó Watt *la caja de estopas*, que cerraba el paso al aire que del exterior venía sobre el pistón durante su descenso. Al efecto cerró el cilindro por arriba, y la abertura por donde subía y bajaba el vástago del émbolo la rodeó de estopas, ciñendo á dicho vástago y oprimiéndolas con una tapa bien sujeta para el mejor resultado; con esto, que parecía un hecho insignificante, pudo hacerse actuar el vapor en la parte superior del cilindro, ayudando poderosamente su descenso, y sin temor á que el fluido se saliese, gracias á la caja de estopas. Desde este momento, pues, el trabajo de la máquina llegó á ser continuo.

Estudiemos la manera de funcionar el mecanismo: supongamos, figura 1.^a, que el émbolo se halla en lo alto de su posición; entonces el vapor procedente de la caldera donde se produce, llega por el tubo E, abriéndose la válvula R y cerrándose la S, en cuyo caso el vapor actúa libremente sobre el émbolo, empujándole con gran fuerza. Ahora bien; cuando el émbolo llega al fin de su carrera, la válvula S se abre, cerrándose las T y R; el vapor cesa de obrar, y entonces, merced al peso de las varillas de las bombas que gravitan al otro extremo del balancín, el émbolo P asciende. Veamos cómo actuaba el condensador al tiempo de descender el émbolo: cerrada la válvula S, la T permanecía abierta, comunicándose el tubo F con el condensador, donde un surtidor de agua fría condensaba el vapor, haciendo una especie de vacío bajo el pistón, que contribuía poderosamente á su descenso; al propio tiempo la bomba de aire extraía á cada embolada el agua y el aire, según hemos dicho, y otra bomba la impulsaba de nuevo al interior de la caldera de vapor, supliendo así en parte el gasto de este líquido, además de que siempre llegaba á 40° de temperatura, aun mezclándola con la necesaria para compensar el gasto en su totalidad, lo cual representaba una gran eco-

nomía de combustible, es decir, todo el necesario para calentar el agua á dicho grado de temperatura, que es considerable.

Hé aquí las cuatro conclusiones que exponía James Watt al pedir su privilegio en 1769 acerca de las máquinas de vapor:

1.^a El cilindro en que debe obrar el vapor ha de mantenerse á un grado de temperatura constante, abrigándole contra la frial-

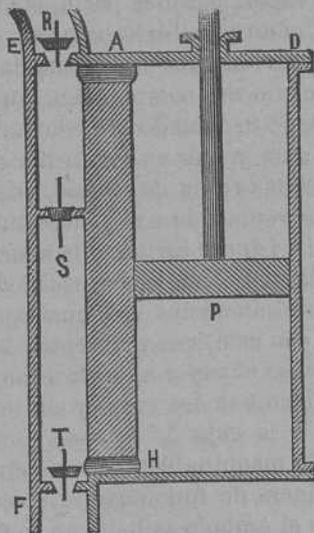


Figura 1.^a

dad del ambiente, y al efecto proponía para el mismo una *cubierta de madera* que envolvía despues en vapor.

2.^a En esta clase de máquinas debe condensarse el vapor que al otro lado del émbolo, donde actúa el mismo, estorba para su movimiento; pero de ningun modo ha de efectuarse esta condensacion en el mismo cilindro, á fin de evitar enfriamientos perjudiciales, y por consiguiente, proponía los *condensadores* separados en absoluto del cilindro.

3.^a El aire y cualquier otro gas que puede estorbar el movimiento del émbolo en el cilindro, debe extraerse, y para ello establecía la *bomba de aire*.

4.^a Cuando no se dispone de toda el agua necesaria, puede prescindirse del condensador, y por lo tanto, proponía Watt que al impulsar el émbolo por la fuerza del vapor, se comunicase la otra parte del cilindro con el ambiente, prescindiendo de la importancia y economía de dicho aparato, que por aquella época se creía indispensable á toda máquina de vapor.

Máquinas de doble efecto.—Hasta aquí el trabajo de las máquinas de vapor se aplicaba á las bombas para elevar agua, único que podían satisfacer, dado que sólo actuaban en un sentido, empleado generalmente en elevar el émbolo de las bombas, y luego el peso de este se encargaba, como hemos dicho, de verificar el descenso. Pero esto no podía satisfacer al venerable Watt, y discurrió el trabajo de las máquinas en doble efecto, pidiendo en 1782 el correspondiente privilegio bajo esta conclusion, en que decía al pié de la letra: «Me propongo emplear el vapor alternativamente, encima y debajo del émbolo, al propio tiempo que, mediante el condensador, se verifica el vacío, tanto debajo como sobre aquel; y así, una máquina de esta especie realizará dos veces más trabajo que una máquina simple de igual cilindro.»

Para lograr este objeto hacia pasar el vapor á uno y otro lado del émbolo, por medio de un juego de palancas que abrían y cerraban varias válvulas dispuestas al efecto con la mayor sencillez. A fin de que nuestros lectores puedan comprender perfectamente esta idea, vamos á exponer una representacion gráfica y convencional del pensamiento por medio de la adjunta figura núm. 2.

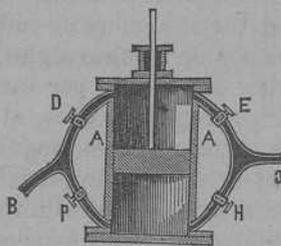


Figura 2.ª

Sea A A el cilindro donde actúa el vapor, cerrado por ambos extremos, el cual comunica por el tubo B con el generador, y por C con el condensador; ambos tubos se bifurcan, estableciendo dicha comunicacion por dos ramales con los extremos del cilindro, provistos de sus llaves correspondientes, tal cual expresa la figura. Si se cierran las llaves D y H, dejando abiertas las otras dos P y E, el vapor marchará por la parte P á obrar bajo el émbolo, haciéndole subir; entonces, como la parte superior del cilindro está en comunicacion con el condensador por la llave abierta E, el vapor de la embolada anterior irá á condensarse en el aparato correspondiente, y así, lejos de ser un obstáculo para el movimiento, le facilitará, haciendo el vacío ó chupando, por de-

cirlo así, el émbolo, ayudando á la fuerza expansiva del vapor que actúa al otro lado. Terminada la carrera ascendente del émbolo por medio de una combinacion de palancas, segun hemos dicho, se cierran las llaves P y E que estaban abiertas, abriéndose las otras dos D y H que permanecian cerradas, y es claro que el vapor entonces actuará sobre el émbolo, y la accion del condensador se verificará debajo de aquel, invirtiéndose, por lo tanto, el trabajo de la máquina, resultando el doble efecto alternativo rectilíneo que deseaba Watt, sin necesidad de los enormes contrapesos que antes eran precisos, cuando no se empleaba la máquina en elevar aguas.

En la figura 3.^a está representada la máquina completa y perfecta, tal como la creó aquel grande ingenio, que de triunfo en triunfo dotó á la humanidad en pocos años del poderoso elemento que habia de trasformar el trabajo de un modo tan radical como lo estamos presenciando, y en el corto espacio de un siglo.

Primera máquina de vapor

Desde este momento empieza la lucha para la creacion de la máquina que ha de salvar al hombre de rudas y terribles fatigas, despues de una gestacion de muchos siglos, en que tantos genios extraordinarios habian colaborado por esta noble empresa. El feliz alumbramiento corresponde, pues, al genio extraordinario de Jaime Watt, pues su máquina es, segun hemos dicho anteriormente, la idea definitiva que aun prevalece, con ligeras, aunque importantes modificaciones, en los últimos motores de vapor con que puede enorgullecerse nuestra época.

Faltábale á este insigne inventor, para completar su mecanismo, encontrar el medio de transmitir al balancin el movimiento del émbolo; pues el procedimiento de Newcomen, su antecesor en la historia de tales máquinas, no servia para el caso del doble efecto, dado que hasta entonces bastaban para lograrlo dos cadenas fijadas á cada uno de los extremos del balancin; de la una tiraba el émbolo de la máquina al obrar el vapor encima de él, y de la otra el de la bomba, con cuyo peso elevaba el de la máquina de vapor, preparándola para la nueva embolada. Pero como en la máquina de doble efecto el vapor hace subir y bajar el émbolo, era necesario comunicar al balancin los dos movimientos de ascenso y descenso, combinando para ello el balanceo que ocasiona un arco de círculo en el extremo del balancin con el movimiento rectilíneo y fijo del vástago del émbolo. Para orillar esta dificultad

tuvo dos soluciones el insigne inventor: la primera consistía en dentar el vástago del émbolo, haciéndolo engranar con el extremo, dentado al efecto, del balancin; pero este mecanismo dejaba mucho que desear, pues era demasiado rígido y ocasionaba cho-

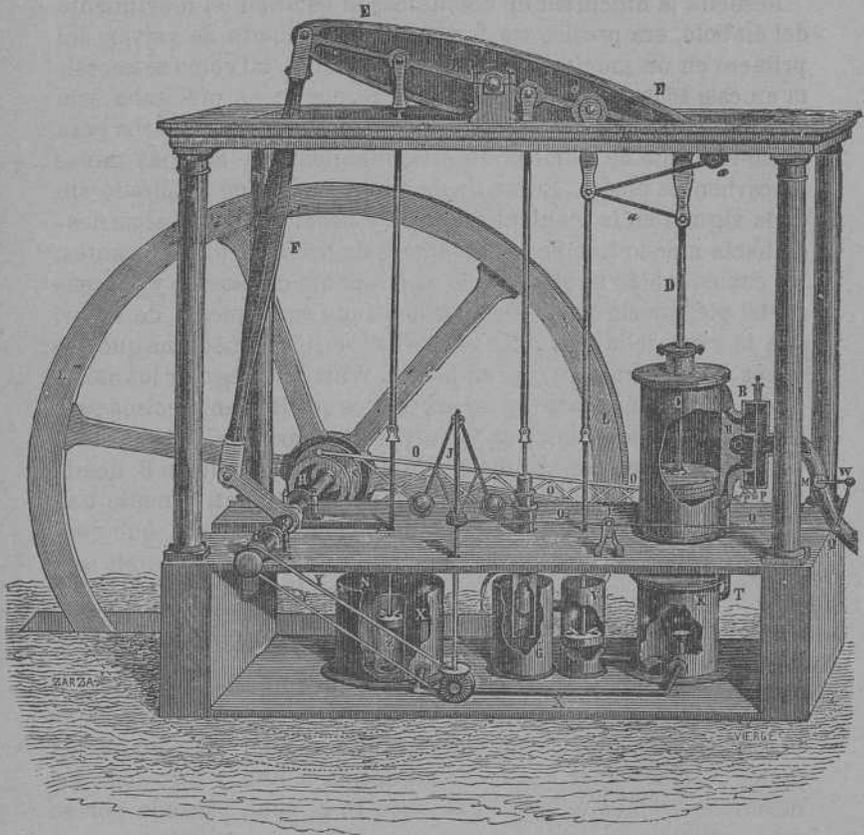


Figura 3.^a

ques en los cambios de movimiento; circunstancias ambas que consumían mucho trabajo útil; razones por las cuales Watt ideó otro procedimiento muy ingenioso, conocido con el nombre de *paralelógramo articulado*, ó *paralelógramo de Watt*, que aun se aplica, con las consiguientes modificaciones, para esta trasformacion de movimiento rectilíneo alternativo en circular de igual clase. En la figura 3.^a se observa este paralelógramo, constituido por sus cuatro lados: uno, la prolongacion del vástago D

del émbolo, articulado á él y al balancin; otro, la del vástago de la bomba de aire V, que se articula en α con el susodicho balancin; y los otros dos, uno por el mismo balancin, y el otro opuesto por una brida que enlaza los vástagos referidos.

Resuelta la dificultad de comunicar al balancin el movimiento del émbolo, era preciso trasformar el movimiento de vaiven del primero en un movimiento circular continuo, tal como se necesita en casi todas las industrias. Anteriormente no precisaba esta trasformacion, porque la máquina de vapor sólo se empleaba para el movimiento de bombas en el agotamiento de algunas minas de carbon de piedra. El medio de que se valió fué inspirado sin duda alguna en la manivela, tirante y pedal que empleaban desde hacia mucho tiempo los afiladores de herramientas cortantes, los cuales sabido es que, con el movimiento de ascenso y descenso del pié, consiguen el circular continuo en la piedra de afilar.

A la vista de la figura 3.^a vamos á describir la máquina que nos ocupa, con los medios que empleaba Watt para regular los movimientos de su artefacto, y los accesorios que la eran precisos para la utilizacion económica de la fuerza que trasmitia.

El vapor llega por el tubo A á la caja de distribucion B, donde merced á una corredera hueca, comunica alternativamente una parte (superior ó inferior) del cilindro C con el tubo A que conduce el vapor, ó con el T que se manifiesta en la figura en seccion recta, por medio de un circulo en medio de la caja de distribucion B y junto al cilindro, el cual conduce el vapor, despues de haber ejercido su accion, al condensador K. En el grabado se manifiestan algunas partes interiores descubiertas para que se estudie mejor el mecanismo que constituye este aparato, y así en el cilindro se ve con toda claridad el émbolo y las canales por donde pasa el vapor á ejercer su accion á uno y otro lado del mismo; este émbolo lleva su vástago D, el cual, pasando por su correspondiente caja de estopas, se articula al *paralelógramo a a*, articulado á su vez con el balancin E E. El juego de varillas articuladas que forman el paralelógramo le dispuso Watt para que el vástago D no sufriera desviaciones laterales en el movimiento circular alternativo que verifica el balancin. Calcular bien la longitud de las varillas en el referido paralelógramo en relacion con las dimensiones del balancin, carrera del émbolo y longitud de su vástago D, es empresa difícil para quien no posee algunos conocimientos matemáticos; por otra parte, como quiera que estas máquinas no están ahora en gran uso, y las pocas que hay establecidas ó que se pudieran establecer las recibe el maquinis-

ta ya dispuestas con tales piezas, nos concretaremos únicamente á llamar la atencion del lector sobre la necesidad absoluta de que estos paralelógramos estén bien calculados, si han de dar el buen resultado para que se destinan; así, pues, en cuanto que dichas piezas son más largas ó más cortas de lo debido, ó que falte sencillamente la brida diagonal que une el vértice inferior interior del paralelógramo con el extremo del balancin, el efecto no es tan regular como se desea, es decir, que el movimiento circular alternativo del balancin no es exactamente rectilíneo para el vástago D como debe serlo, si no se quiere destruir la caja de estopas ó si se desea utilizar bien los esfuerzos del vapor sobre el émbolo. Hecha esta salvedad importante para que el maquinista se acostumbre á respetar algunos mecanismos de detalle en las máquinas, al parecer insignificantes y hasta inútiles á los ojos del vulgo, y que sin embargo están allí colocados por altas razones de la mecánica que no les es dado comprender á muchos á la sola inspeccion de un aparato, continuemos describiendo la máquina que nos ocupa.

El otro extremo del balancin está articulado á una biela F, la cual, unida á su vez al codo del eje motor, sirve de manubrio para transmitir la fuerza á las máquinas que se desee poner en movimiento. Este eje motor lleva á un extremo un volante L, de bastante peso y muy bien centrado, el que, aun moviéndose por tal circunstancia con gran facilidad, es un poderoso auxilio para vencer cualquier momento de mayor resistencia que pueda presentar la misma máquina á las que mueva, segun la aplicacion á que se destine. Por ejemplo, si se trata de mover una tijera, puede suceder que al cortar una chapa, haya, al empezar ó concluir, un doblez que oponga mayor resistencia al corte que la fuerza mandada por el motor, y entonces, gracias al volante, se vence esta dificultad, pues en virtud de la inercia dicho auxiliar sigue moviéndose con la fuerza que trae adquirida, arrollando los obstáculos opuestos á su marcha, como estos no excedan de cierto límite, el cual no puede traspasar. No se crea por esto que los volantes producen fuerza, pues semejante error pudiera trastornar el juicio de los inventores ignorantes, hasta el extremo de querer fundar mecanismos en tan absurdo principio para resolver el *movimiento continuo*; nada de esto, los volantes no crean fuerza ni mucho menos, al contrario, la quitan del motor, y únicamente lo que hacen es acumularla para cederla despues cuando es preciso vencer una mayor resistencia, pero siempre disminuida: primero, por la mucha que necesita para empezar á moverse; se-

gundo, por la empleada en contrarestar la acción del aire, y tercero, por los frotamientos correspondientes, que serán mayores en el eje motor por causa de este peso excesivo que soporta.

El árbol motor lleva un excéntrico H, que consiste en un cilindro achatado, á modo de rodaja acoplada en él, pero fuera de su centro; y es claro que si á este cilindro se abraza un collar unido á una varilla, á medida que gire el árbol, se producirá en esta un movimiento de vaiven tanto más pronunciado cuanto mayor sea la distancia entre el centro del eje y el del cilindro acoplado en él; distancia que se denomina *excentricidad*. La carrera de la susodicha varilla es igual al doble de la excentricidad referida en cada caso. En la máquina que nos ocupa (figura 3.^a) esta varilla está constituida por una especie de celosía O O, insertada al collar, y con tal disposición se consigue en ella mayor resistencia. Esta varilla mueve la palanca acodada P P, que pone en movimiento alternativo la corredera de la caja de distribución.

Como decíamos anteriormente, el vapor que ha trabajado en el cilindro pasa al condensador K por el tubo T, en cuyo aparato se ve un nuevo tubo X que entra por debajo, el cual termina en una forma especial como la salida de una regadera, y de este modo se subdivide el chorro de agua fría que penetra en el condensador para el mejor efecto de reducir á líquido el vapor, quitándole su fuerza expansiva, y absorbiendo, por decirlo así, el émbolo en sentido favorable á su trabajo, que es el objeto del condensador, según sabemos.

Para impulsar el agua en el condensador hay una bomba Z, movida por el balancin mediante una biela articulada sin paralelógramo, pues no lo necesitan esta bomba ni las otras que complementan toda la maquinaria de este motor, dado que: 1.º, la carrera de dichas bombas es mucho más corta que la del cilindro propulsor; 2.º, su distancia á dicho balancin es más larga, y 3.º, la que media entre el eje de giro del mismo y el punto de inserción de las varillas de las referidas bombas, más corta que la correspondiente al citado cilindro, y por lo tanto, las desviaciones laterales del movimiento no pueden ser tan sensibles.

El agua caliente que resulta en el condensador, mas el vapor que aun no haya tenido tiempo de liquidarse, es extraído constantemente por la llamada *bomba de aire* V. Esta bomba aspirante é impelente conduce el agua al cilindro G, en donde otra bomba la lleva á la caldera generadora del vapor, y de este modo se aprovecha el agua, que en determinadas localidades donde escasea, suele tener mucha importancia tal economía; y además, con

esto se consigue que llegue algo caliente á la caldera, lográndose también otra economía importante de combustible segun sabemos. Esta bomba G se denomina *bomba de alimentacion*.

Otro detalle importantísimo, debido á Watt, es el *regulador de bolas J*, que sirve para moderar la marcha de la máquina, y aun para pararla en el caso de que la velocidad traspase un límite convenido. Tan útil aparato subsiste sin modificaciones notables en muchas de las últimas máquinas de vapor más perfeccionadas. Veamos en lo que consiste tal aparato.

La fuerza centrífuga, propiedad general de todos los cuerpos en movimiento curvilíneo, es el origen fundamental de esta admirable invencion; dicha fuerza es conocida de todo el mundo, puesto que cualquiera sabe que al arrojar una piedra con una onda, lo que se hace es mover rápidamente la piedra en sentido circular, soltándola de repente, y sin más, la sola fuerza centrífuga basta para lanzarla á grandes distancias; de igual modo, si agitamos circularmente el agua de una jofaina, en virtud de dicha fuerza, aquella se eleva hasta rebasar los bordes, derramándose al exterior; y si en una peonza en movimiento se vierte una gota de agua, se ve cómo, solicitada por esta fuerza centrífuga, la arroja á gran distancia. Por este estilo citaríamos mil fenómenos, debidos á la fuerza que nos ocupa, de los cuales nadie se preocupa por ser tan vulgares. Pues bien, esta fuerza la utilizó Watt del modo siguiente (búsqese la letra J en el último grabado): dos bolas muy pesadas de hierro están suspendidas de sus correspondientes varillas, fijas á ellas y articuladas libremente al extremo de un vástago; es claro que si este vástago gira, las bolas girarán también, y en virtud de la fuerza centrífuga, tenderán á escaparse; pero como esto no pueden verificarlo por estar unidas al vástago, se elevarán, por permitírsele la articulacion de las varillas con el extremo de aquel; ahora bien, si se articulan á su vez estas varillas con otras más cortas, á las cuales se une un casquillo libre dentro del vástago, á medida que se eleven ó descendan las bolas del regulador, así subirá ó bajará dicho casquillo. Examinando con cuidado la figura citada, en seguida se comprende este sencillo aparato; veamos, pues, su aplicacion á la máquina que nos ocupa: una varilla Q, á modo de palanca, cuyo apoyo se halla en U, está articulada por un extremo con el casquillo referido, y por el otro con un juego de varillas W, de las que la última abre y cierra la entrada del vapor que pasa á la caja de distribucion, donde se reparte para ejercer sus presiones á un lado y otro del émbolo motor; de manera que si suben

mucho las bolas y, como hemos dicho, el casquillo ligado á ellas, subirá asimismo un extremo de la varilla Q, descendiendo el otro poco á poco, hasta cerrar la entrada del vapor cuando llegue el descenso á cierto límite. Para lograr este efecto lleva el eje R al otro lado del volante una especie de garganta que, á modo de polea, sirve adaptando en ella la correa Y para transmitir el movimiento del eje al vástago del regulador por medio de un engranaje cónico, como se ve en la figura; y es claro que si mucha es la velocidad del eje, mucha será también la del vástago, provocando á su vez gran elevación de las bolas, de lo que resultará menor entrada del vapor, hasta cerrarle si es menester, moderándose el trabajo, y con ello naturalmente la velocidad de la máquina. Por lo tanto, con este ingenioso aparato se regula perfectamente el movimiento de los motores, y según hemos dicho, el sistema prevalece sin más variantes que algún cambio en la forma de las bolas, que en vez de ser esféricas, son achatadas para que opongan menos resistencia al aire en su incesante rotación, y también en el juego de palancas para relacionar la elevación de dichas bolas con la llave de la entrada del vapor en el cilindro.

Todavía el célebre mecánico inglés fué más lejos en su serie de maravillosos descubrimientos. Estudiando Jaime Watt su máquina, notó que el émbolo no se movía con la regularidad debida, sino que, por el contrario, en cada carrera se sentía al principiar como retardado el movimiento, que después se aceleraba á golpes, concluyendo por chocar bruscamente al final con la tapa del cilindro; y esto era efecto de dos causas que corrigió tan pronto como se propuso hacerlo. En efecto; el hecho se lo explicó de este modo: al entrar el vapor, tenía necesidad de vencer el cambio de movimiento del émbolo para continuar el trabajo de la máquina, y por esto era la lentitud primera; después, cuando se agrandaba la cámara donde actuaba el vapor, este verificaba su expansión, que era una fuerza extraña, por decirlo así, á la corriente del que entraba sin cesar de la caldera; y esta nueva causa aceleraba la marcha, produciendo avances cada vez más activos hasta el fin de la carrera, determinando el choque. Conocida la causa, le fué fácil corregirla cerrando la entrada del vapor antes de que llegase el émbolo al fin de su carrera, y encomendando á la expansión del mismo el trabajo de conducirla. Este pensamiento de utilizar la *expansion* del vapor ha sido fecundo en modificaciones por parte de todos los constructores de máquinas que sucedieron á Watt hasta nuestros tiempos, produciendo grandes economías de com-

bustible y agua, aparte de regularizar cada vez más la marcha de estos motores.

Hasta hace pocos años se veían numerosas máquinas como la descrita, ó con pequeñas modificaciones, sobre todo cuando no se necesitaba un movimiento muy acelerado en el eje motor del mecanismo. Al noble Watt debe la humanidad el motor que ha transformado el trabajo del hombre, centuplicando sus fuerzas, y por lo tanto, abriendo nuevos horizontes á la vida en sus infinitas manifestaciones. En el año de 1800 justamente cesaron todos los privilegios de los inventos que realizó aquel gran hombre, puesto que el último cumplió al comenzar el siglo actual los veinticinco años que señalaba la ley inglesa para disfrutar su exclusiva explotación, y desde aquella fecha se retiró de sus famosos talleres de Soho que, para construir máquinas de vapor, fundó años atrás en compañía de Boulton. Estos talleres fueron visitados por todos los ingenieros más célebres de Europa. Por fin, James Watt confió su establecimiento en dicho año á un hijo suyo, trasladándose él á Heathfiel, donde murió el 25 de Agosto de 1819, á los ochenta y tres años de edad, y despues de una vida laboriosa y extraordinariamente útil á la humanidad, como se registran pocas en la historia de los hombres.

Primer generador de vapor

Por ser un suceso de menos importancia la manera de producir vapor respecto al modo de aplicarle, nos hemos ocupado de lo segundo antes de lo que al parecer debiera ser lo primero, ó sea el origen de la fuerza motriz que utilizan las máquinas de vapor.

En este capítulo de la presente obra, lo mismo que en el anterior, tambien el ilustre Watt debe figurar como el genio creador de la primera caldera bien dispuesta para producir el agente poderoso que utilizan las máquinas que nos ocupan.

Savary y Newcomen adoptaron la forma semiesférica, y Watt la prismática, cuya seccion era hácia la parte del fuego cóncava para aumentar la superficie de caldeo y recoger mejor la acción calorífica, á los costados recta y por encima convexa. Esta forma, sin embargo, no es la más conveniente para la resistencia de las calderas si han de sufrir grandes presiones, es decir, si han de suministrar vapor á más de dos atmósferas de presión. En este caso se adopta la forma cilíndrica, terminada por dos semiesferas, tal como se expresa en la figura 4.^a, y para aumentar la *superficie de caldeo*, que así se denomina á la que se encuentra bajo

la acción directa del hogar, se idearon los *hervidores* B B, que colocados con alguna desviación, pero sobre un mismo plano, y comunicándose ambos separadamente con la caldera mediante dos tubos cortos, acrecientan dicha superficie, y por consiguiente es causa de mayor producción de vapor.

Estos hervidores son de diversas formas, según cada constructor, y precisamente en su disposición y en su número están las variantes que dan verdadera importancia á unos sistemas sobre

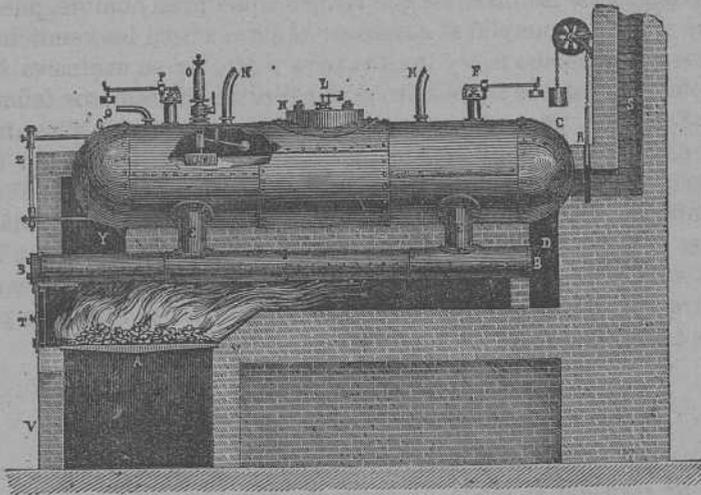


Figura 4.^a

otros; mas por ahora limitémonos al que representa la figura origen de todos los demás que se han sucedido después.

Todas las calderas deben construirse con chapas de hierro de primera calidad, unidas con redoblonos muy bien remachados; el grueso de las chapas, como asimismo el diámetro y tamaño de las cabezas de los redoblonos, lo determinará la presión á que deba elevarse el vapor en la caldera, siendo objeto dichas dimensiones de cálculos especiales que no son de este lugar.

Las calderas de vapor están expuestas á graves accidentes si no se previenen los medios á propósito para combatirlos. En efecto; los dos grandes peligros de las calderas consisten: 1.^o, en que por escaso gasto de vapor y aumento considerable del fuego, la tensión del fluido gaseoso traspase los límites para los cuales esté calculada la caldera y la haga estallar; y 2.^o, en que disminuyen-

do el agua en la caldera, sobrevenga el estado esferoidal del líquido, ocasionando igual accidente.

Para el primer caso se idearon multitud de aparatos, que principian desde que se creó la primera caldera de vapor, en que el célebre Papin dispuso la *válvula de seguridad*, que previene, cuando funciona bien y está calculada debidamente, toda explosion. Este aparato es muy sencillo, pues si concebimos que en la parte superior de la caldera se ejecuta una abertura y en ella se coloca un tapon bien ajustado, es claro que si se carga con un peso equivalente á la presión máxima del vapor que pueda sufrir la caldera, en el momento que por cualquier accidente la traspase, hará saltar el tapon, desahogando la caldera y sin ocurrir otro contratiempo; para evitar el mucho peso que se necesitaría colocar directamente sobre estos tapones, se recurre á la palanca actuando en su extremo, ó un peso como se indica en F y P, figura 4.^a, ó á la acción de un resorte. La longitud de la palanca y el peso, ó la acción retractil del resorte, se regulan debidamente de modo que sobre el tapon de la válvula actúe la debida presión, prohibiéndose en absoluto modificar tales circunstancias, pues si, por ejemplo, despues de calculado el peso se le aumentara, es claro que para elevar la válvula sería preciso mayor presión en la caldera, dando lugar á una catástrofe si traspasaba los límites de su resistencia.

Otro medio de seguridad son las *placas fusibles* con que se cierran algunos agujeros de la parte superior de las calderas, las cuales, á cierta temperatura que corresponde al límite de resistencia que se desea dar á la misma, se funden, dejando el paso libre al vapor, que desahoga el generador, evitando el siniestro.

Los *manómetros* indicadores de la presión de la caldera son tambien otros aparatos de seguridad que señalan con toda precisión, cuando están bien hechos, la fuerza expansiva del vapor.

Para medir esta fuerza se adopta una unidad especial, que se llama *atmósfera*, y de ella debe tener un concepto claro todo buen maquinista.

El aire, medio en que vivimos todos los seres de la tierra, es un cuerpo pesado, y por lo tanto, ejerce su acción sobre todo lo que rodea; en virtud de esta ley física, nosotros mismos sufrimos una compresión extraordinaria, sin darnos cuenta de ello, por la costumbre que desde nuestro nacimiento constituye nuestra manera de ser. Para hacer sensible esta acción permanente, no hay más que colocar debajo de una campana de cristal cualquier animalito, y hacer el vacío con unas máquinas especiales llama-

das neumáticas, y á medida que se extrae el aire, el animal se esponja, por decirlo así, se abren los poros del cuerpo y salta la sangre, rompiéndose los pulmones, determinándose en seguida un derrame de sangre por la boca, hasta concluir con la vida del sér sometido á tan dura prueba; y no es que el animal muera sólo por no tener aire que respirar, sino que tambien la causa principal de su muerte está en la falta de aquella presion, que destruye inmediatamente su cuerpo.

Esta presion del aire es enorme, y lo prueba el *barómetro*, instrumento destinado á medirla. Describamos, al efecto, dicho aparato: tómese un tubo de cristal de pequeño diámetro interior, de 5 milímetros por ejemplo, cerrado por un extremo, y de un metro de largo; llenémosle de mercurio completamente, y en un vaso cualquiera póngase un par de centímetros de aquel metal líquido; tápese bien con el dedo la parte abierta del tubo, y vuélvase boca abajo, introduciéndole en dicho vaso de modo que quede cubierto dentro del mercurio; colóquese el tubo verticalmente, y destápese dicho tubo, y en seguida lo lógico parecería ser que se desocupase el tubo en absoluto; pero no sucede así, sino que, por el contrario, desciende algo la columna, derramándose el mercurio en el vaso, pero quedando siempre un desnivel, entre el contenido de ambas partes, de unos setenta y tantos centímetros; lo que acusa la gran presion de la atmósfera que se ejerce en el mercurio del vaso, comparada con la ninguna que no puede existir dentro del tubo en la parte superior, donde no hay aire, y para evidenciar más y más este hecho, supongamos que se hiciera un agujero chico ó grande en dicha parte vacía, por donde entrara el aire, y en seguida veríamos que la columna de mercurio, obligada por la presion atmosférica, descendería en el acto hasta quedar al nivel del líquido contenido en el vaso.

Esta presion de la atmósfera es, pues, sobre cada cuerpo la de una columna de mercurio de la extension de su superficie por una altura de setenta y tantos centímetros; peso enorme tratándose de una persona, que parece increíble se pueda soportar, á no constituir, repetimos, parte integrante de nuestra manera de ser esta fuertísima compresion.

No fijamos con exactitud la altura de la columna de mercurio, porque varía segun el punto de la tierra en que nos halleemos, puesto que á la orilla del mar, por ejemplo, corresponde la mayor, y disminuye al elevarnos en las montañas ó en un globo aereostático, porque menor es entonces la capa de aire que existe sobre nosotros; y buena prueba de ello está en las experiencias de los

aereonautas, que ven descender el barómetro, apreciando así la altura á que se elevan hasta sentir la falta de aire en su economía, no sólo para respirar, sino que tambien, como los animalitos colocados bajo la campana de la máquina neumática, sienten que se ensanchan sus carnes, se dilata la piel, se abren los poros y concluye por saltar la sangre.

Sin embargo, se ha convenido en señalar una altura fija á la columna de mercurio, á fin de considerarla como tipo invariable para la unidad de presion que se desea, dado que, no sólo varía con las alturas sobre el mar, sino que tambien sufre pequeñas oscilaciones al cambiar la densidad de la atmósfera en un mismo punto, ó lo que es lo mismo, cuando amenaza lluvia ó hace buen tiempo, lo que se utiliza para señalar los cambios atmosféricos.

Esta altura convenida es la de 76 centímetros, que corresponde, segun el peso del mercurio, á una presion por centímetro cuadrado de 1,033 gramos; es decir, que todos los cuerpos que se hallan sobre la tierra, soportan en la extension que de su superficie puede cubrir la yema de un dedo, un kilógramo y 33 gramos. Esta es, pues, la presion de lo que decimos *una atmósfera*, y es claro que la de dos será doble para la misma extension superficial, y la de tres, triple, y así sucesivamente.

Hecha esta importante digresion, volvamos al objeto primordial que la ha originado, los manómetros.

Los manómetros sirven para medir la presion del vapor en la caldera, y al efecto parte de estas un pequeño tubo ó salida, en la que inmediatamente se coloca el aparato, que puede ser de tres clases: *de aire libre, de aire comprimido, y metálicos*, que son los más usados.

El primer tipo lo constituye un tubo de cristal encorvado, abierto por sus dos ramas y colocado verticalmente en la forma de una U, teniendo sus dos ramas desiguales; se pone mercurio en este tubo, y la rama corta, comunicándose con la caldera, recibe la presion del vapor, y por consiguiente, el mercurio subirá en la otra rama tanto más cuanto mayor sea dicha presion; y es lógico que cuando la diferencia de niveles sea de 76 centímetros, el vapor tendrá dos atmósferas de presion, una por contrarestar la columna barométrica tipo, y otra por la atmósfera que naturalmente gravita sobre dicha columna. Como se comprende, este sistema de manómetros no puede servir más que para pequeñas presiones, pues de no ser así, se necesitaria que la rama larga fuese de gran altura.

El segundo tipo consiste en un tubo tambien de cristal, cerrado

por un extremo y metido boca abajo en una cubeta de mercurio, la cual se comunica con la caldera; ahora bien, al ejercer el vapor su accion sobre el mercurio, es claro que se irá comprimiendo el aire dentro del tubo, ascendiendo por consiguiente una columna de dicho metal líquido, tanto mayor cuanto más grande sea la presion en la caldera. Por comparacion se gradúa este manómetro, señalando rayitas que indiquen la presion de una atmósfera, de dos, de tres, etc., y desde luego se notará que cuanto mayores vayan siendo las presiones, estas líneas estarán más próximas, porque el aire no se comprime en razon de las presiones, es decir, que á doble presion, el aire no llega á reducirse á la mitad ni mucho menos. Para evitar esta confusion en las divisiones, se ha propuesto disponer en forma cónica el tubo, y así los avances de la columna de mercurio se hacen más sensibles. Los manómetros metálicos son, sin disputa, los mejores por sus grandes ventajas sobre los que hemos descrito; llevan tambien el nombre de su autor, *Bourdon*, y ocupan muy poco espacio. Consisten en un tubo metálico que forma una espiral; este tubo está abierto por un extremo, que se comunica con la caldera, y por el otro cerrado, termina en punta, constituyendo una aguja; al actuar el vapor, tiende á desarrollarse el tubo, lo que determina un movimiento oscilatorio en la aguja tanto mayor cuanto más presion tiene la caldera, señalando así en un arco graduado las atmósferas de presion que alcanza el vapor. Todo ello está encerrado en una caja, con su cristal delante para observar bien los movimientos de la aguja; el tubo se comunica con la caldera, teniendo su llave de paso, que debe conservarse siempre en buen estado, y abierta para que las alteraciones de la presion en la caldera se hagan sensibles inmediatamente en el manómetro; tambien deben instalarse estos aparatos lo más inmediatos posible á la caldera, para que el vapor no tenga que hacer un largo recorrido donde se enfrie y pierda su fuerza, en cuyo caso no señalarian su verdadera presion.

Todavía para la seguridad de las calderas llevan estas otro aparato que tiene una aplicacion inversa á las de las válvulas de seguridad que hemos descrito anteriormente. Supóngase que por un enfriamiento absoluto se condense todo el vapor de una caldera, sin que pueda entrar aire para reemplazarle; en este caso dentro de ella se producirá el vacío, ocasionándose una enorme presion atmosférica que puede llegar á deformarla, sobre todo si es de paredes delgadas, como ocurre con las que trabajan á poca presion (dos ó tres atmósferas). Para evitar tal inconveniente se dispone una válvula que, á diferencia de las descritas, se abra de

afuera á dentro, es decir, en sentido inverso que las anteriores; y á fin de que esté ajustada en condiciones normales, basta unirla al extremo de una palanca, y al otro poner un pequeño contrapeso que la equilibre nada más. Este inconveniente se previene abriendo el maquinista la llave superior de las destinadas á conocer el nivel del agua en la caldera tan pronto como termina el trabajo; pero si se le olvida esta obligacion, los perjuicios pueden ser en extremo considerables, y por ello llevan muchas calderas la válvula que acabamos de describir.

El segundo peligro que puede ocurrir en las calderas, relativo á la escasez de agua en ellas, es mucho peor que el exceso de presión del vapor. En efecto; todos sabemos que si sobre una placa enrojecida ó muy caliente se arroja una corta cantidad de agua, sin evaporarse nada de esta, se forman burbujas que recorren saltando de un lado á otro, conservando por breves instantes toda el agua que las constituye, hasta que se evapora instantáneamente de una sola vez. Esto lo observan las mujeres cuando, para examinar el calor de las planchas, las echan un poco de saliva; esta recorre la plancha y se evapora despues de repente. Dicho fenómeno se llama *estado esferoidal* del agua, y es peligrosísimo en una caldera cerrada, pues la produccion instantánea del vapor puede ser tan grande que no basten las válvulas de seguridad para darle salida y prevenir un terrible accidente. De modo que lo grave está en que el agua en la caldera llegue más abajo de donde acciona la llama del hogar, y se produzca el fenómeno referido, ó en que, enrojecida una caldera vacía, se arrojase agua, aunque estuviesen abiertas las válvulas.

Este peligro es tan cierto, que á él se deben casi todas las explosiones, pues es seguro que, si en una caldera bien llena de agua se aumenta sin cesar la presión, lo que ocurrirá generalmente es que por sus costuras empezará á sudar agua, hasta rajarla sin gran estrépito ni más consecuencias que su pérdida y la del macizo de fábrica en que esté empotrada; pero si falta agua en la caldera, entonces no hay más remedio, lo más comun es la explosion inmediata del aparato, con todas sus terribles y naturales consecuencias. Hemos hecho notar esta circunstancia para que nuestros lectores estudien con más predileccion los aparatos que vamos á describir.

Para conocer la altura del agua en la caldera hay varios medios, y todos deben aplicarse para prevenir el accidente más peligroso en el manejo de los generadores de vapor. Unos centímetros más arriba que el nivel del agua conveniente en el interior

de la caldera que, según hemos dicho, ha de cubrir los tubos ó conductos por donde pueda pasar la llama desarrollada en el hogar, se coloca una llave ó espita de salida, y más abajo, allí donde si descendiera el agua en la caldera comenzaría el peligro de la explosión, se coloca otra; los diámetros de estas llaves deben ser pequeños, de unos pocos milímetros nada más, pues sirven para anunciar, siempre que lo desee el maquinista, la verdadera situación del agua en el interior de la caldera; así que cuando desea cerciorarse de tal situación porque se le hayan inutilizado ó no le inspiren confianza los otros aparatos de que nos ocuparemos después, le bastará abrir sucesivamente ambas llaves, y si por la superior sale vapor y por la de abajo agua, es claro que el nivel del agua se encuentra entre los límites debidos.

Otro aparato es el *tubo de nivel* indicado con la letra Z en la figura última, el cual consta de un tubo de cristal con dos comunicaciones rectas á la caldera, una más arriba del límite superior que puede alcanzar el nivel del agua, y otra más abajo de este límite inferior; y así, comunicándose libremente estas comunicaciones con el tubo, en este se señalará la altura exacta del agua, que tanto interesa; lleva este aparato tres llaves, que no están expresadas en el grabado por evitar la confusión natural del dibujo, dado las pequeñas dimensiones que tienen estas llaves, que sirven para interceptar las comunicaciones con el generador en el caso de romperse el tubo, cosa que suele ocurrir con alguna frecuencia; una llave está en la comunicación recta superior entre el tubo de cristal y la caldera; otra de igual modo en la comunicación inferior, y la tercera abajo, colocada á plomo del referido tubo de cristal, sirve para la limpieza y reconocimiento del aparato; pues si se abre, cerrando alternativamente las dos primeras llaves, se debe notar que al cerrar la inferior saldrá vapor y al cerrar la superior agua, y con esto el maquinista se persuade de que el tubo indicador de nivel funciona perfectamente, debiendo considerarse como exactas sus indicaciones.

El *silbato de alarma* es otro aparato importantísimo que anuncia al maquinista un descenso excesivo en el nivel del agua por medio de un silbido que no se interrumpe hasta que no desaparece el peligro. Consiste en un flotador dispuesto en el interior de la caldera (véase el aparato O del grabado figura 4.^a), donde se indica una rotura en el generador para que se haga visible interiormente este primer órgano del aparato que empezamos á describir; este flotador abre, al descender, una salida por donde se precipita el vapor, chocando contra los bordes de un timbre, pro-

duciendo así un enérgico sonido. A dicho flotador está unido un contrapeso; otras veces es un muelle que facilita el ascenso de aquel en cuanto que cesa la causa que le hizo bajar, es decir, en cuanto que se introduce agua en la caldera. Hay multitud de sistemas en estos timbres de alarma, que tanto interés tienen para prevenir los siniestros en las calderas de vapor.

Todavía en todos los generadores de vapor es preciso prevenir el inconveniente de las *incrustaciones* que las sales disueltas en el agua depositan fuertemente adheridas en los fondos de los mismos, y sobre todo en los puntos más inmediatos al fuego; estas incrustaciones van consumiendo las chapas que constituyen las calderas, hasta que llega un momento en que su resistencia disminuye del límite debido, produciéndose la explosión. Para evitar tal inconveniente se recomienda el empleo de aguas muy puras, y el echar en la caldera recortaduras de patata y mil ingredientes que se anuncian continuamente en los periódicos profesionales; pero lo mejor sin duda alguna es reconocer con frecuencia el interior de la caldera y limpiarla de vez en cuando. Por esta causa los constructores de calderas de vapor atienden tanto á facilitar en las formas y disposiciones que adoptan, esta limpieza, procurando que exista lo que se llama *agujero de hombre*, indicado en la figura 4.^a por la letra H, y que consiste sencillamente, como expresa su nombre, en una ancha abertura, capaz de dar entrada á un hombre ó un muchacho que pueda pasar al interior de la caldera, provisto de una luz y un rascador, á ejecutar la limpieza necesaria. En el fondo de los hervidores B es fácil esta limpieza desarmando las tapas exteriores é introduciendo un rascador al extremo de una larga varilla que alcance hasta los extremos opuestos. La tapa de este agujero de hombre, que es una chapa bien sujeta con tornillos, lleva en la caldera que expresa la figura, la válvula de *presión exterior* de que nos hemos ocupado á la terminación del estudio que hemos hecho de los primeros aparatos de seguridad, y que se indica en el grabado con la letra L.

Para terminar lo que se refiere á la caldera propiamente dicha, debemos consignar que esta necesita un pito de alarma independiente para que el maquinista anuncie al taller, cuando quiera, la marcha ó parada del motor, como asimismo para hacer otras señales especiales que son precisas, según la industria de que se trate; y por último, debe haber un tubo que comuniqué el interior de la caldera con la bomba de alimentación, para que á voluntad del maquinista se pueda satisfacer esta necesidad, como asimismo otra salida encima de la caldera, con su llave de paso,

que se llama *regulador*, la cual ha de conducir el vapor á la máquina ó aparato donde se necesite, objeto único de estos generadores.

Pasemos ahora á describir sucintamente el *hogar*, con todos sus accesorios. Consta de *cenicero*, *rejilla*, *conductos de humos* y *chimenea*. El cenicero V, figura 4.^a, es el espacio destinado á recoger las cenizas segun va quemándose el combustible; la rejilla A está compuesta de barrotes sueltos que dejan espacios entre sí que no deben bajar nunca cada uno de un tercio del ancho total del barrote, á fin de dar paso al aire libremente. Estos barrotes son de forma especial, anchos y planos por encima, y con apéndices laterales en los extremos para que no se junten y dejen el espacio ya referido; y á fin de que no se rompan, tienen un nervio central por debajo, más alto en el centro que á las orillas, para que dé mayor fortaleza á estos barrotes. Por cada kilogramo de hulla que se deba quemar constantemente sobre la rejilla, ha de disponerse de un decímetro cuadrado de superficie, reduciéndose á una mitad esta extension si se ha de quemar leña.

Los conductos de humo son el camino que se hace recorrer al resultado de la combustion, es decir, á la llama y á los humos para que cedan el mayor calórico posible al contenido de la caldera hasta llegar á la chimenea, con la temperatura nada más que precisa para establecer en ella el tiro; así, pues, los hogares interiores en las calderas y las que recogen el resultado inmediato de la combustion y le llevan á través de su masa de agua por multitud de tubos, aprovechan mejor el combustible. En la figura 4.^a las llamas del fuego y los humos calientan directamente los hervidores B B, y pasan por detrás de ellos D, volviendo por debajo de la caldera al frente del hogar, y allí vuelven de nuevo, calentando los flancos del generador, hasta desembocar en la chimenea S.

Las chimeneas deben tener igual seccion que superficie comprenden los espacios en claro de la rejilla, y su altura varía segun incomoden más ó menos los humos á los vecinos de la fábrica, y en relacion del tiro que deban producir; llevan un registro R que sirve para alterar la seccion de la chimenea, y por lo tanto, la marcha del fuego segun sea necesario; al efecto la plancha de hierro que constituye el registro lleva un contrapeso, con su cadena y polea de retorno fija al muro de la chimenea para que funcione bien y con toda facilidad.

Para terminar, debemos advertir que estos hogares se construyen del mejor ladrillo que se encuentre, cuidando de que el

revestimiento interior sea del refractario especial, que si es bueno, no se destruye nunca por la accion directa del fuego.

Descritos ya con toda claridad los primitivos motores de vapor que fueron la base fundamental de todos los sistemas y modificaciones que se han venido sucediendo despues, vamos á ver en qué consisten estas variantes, con su verdadera importancia ante los fines económicos de la industria.

GENERADORES DE VAPOR

Economizar el combustible, facilidad en el manejo de la caldera y prevision ante las catástrofes que pueden ocurrir en estos aparatos, fueron siempre las tres circunstancias que han tenido presentes los fabricantes para las modificaciones introducidas en la disposicion de los generadores. Pero de las tres, ninguna preocupa tanto como el ahorro del combustible, que es el gasto más importante de las máquinas de vapor. Así, pues, son muchas las alteraciones que han experimentado los generadores de vapor en persecucion de esta economía.

La figura 5.^a manifiesta un mecanismo especial para que no se desperdicie nada del carbon que se destina al hogar. El grabado indica un corte longitudinal del hogar para que se aprecien bien al descubierto todos los detalles del sistema, cuyo principio consiste en elevar el combustible hasta la rejilla segun se va consumiendo, y para esto debajo de la misma hay un recipiente cónico que gira á voluntad del fogonero por medio de un doble engranaje, movido desde afuera con su manivela, que se halla frente al cenicero, segun expresa la figura; en dicho recipiente se echa el carbon dividido en trozos, y para elevarle hay dispuesta una ancha hélice, fija en su centro, que llega hasta debajo de la misma rejilla, y la cual no tiene movimiento alguno; de modo que cuando gira el recipiente, permaneciendo ella fija, impulsa sin embargo al carbon por un tubo que la envuelve hasta la parte superior, por donde, merced á una ancha abertura, se extiende por la rejilla. Todo el aparato es de hierro, fuertemente construido; sin embargo, esta novedad, que no tuvo verdaderamente otro interés que aprovechar la granilla y hasta el polvo que antes se perdía, no se ha generalizado por lo mal que en tales hogares se verifica la combustion.

Por más que al adquirirse un generador de vapor siempre se vende con él la rejilla correspondiente, vamos á exponer aquí las

dimensiones más apropiadas de los barrote que las constituyen, como asimismo indicar las dimensiones que deben tener con las del cenicero y otros datos que es preciso, para que aquellos de nuestros lectores que sean llamados á montar un aparato de este género ó á establecer sencillamente un hogar, sepan á qué atenerse, á fin de utilizar bien el combustible.

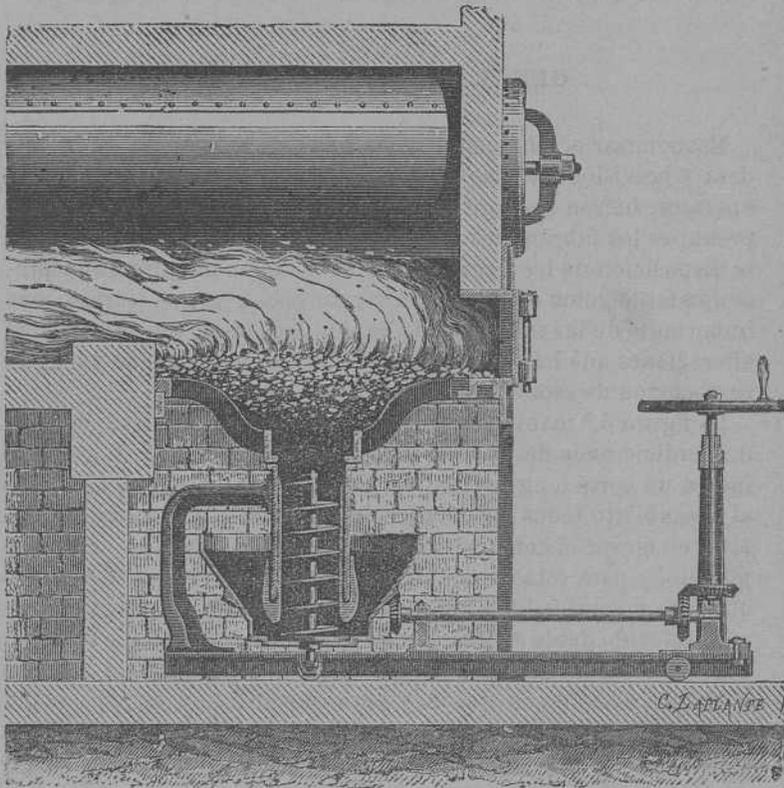


Figura 5.^a

Un barrote de rejilla para quemar hulla ó cok debe tener, á lo sumo, de 60 á 90 centímetros de longitud, de 8 á 12 milímetros de grueso por arriba, y de 4 á 6 por abajo; y de alto, en el centro, la décima parte de longitud, mas 25 milímetros, y á las orillas 35 milímetros; los espacios deben tener un ancho de 6 á 10 milímetros por arriba y de 10 á 16 por abajo.

La distancia de la rejilla á la caldera, ó sea la altura de la caja de fuego, debe ser para el cok ó la hulla de 45 á 60 centímetros,

y para quemar madera, de 50 centímetros á un metro con 75 centímetros. Desde la rejilla al fondo del cenicero debe mediar una distancia de 60 á 80 centímetros. Como se comprende, estas son reglas generales, sujetas á modificaciones en cada caso particular.

Continuando la descripción de los generadores más perfeccionados, vamos á ocuparnos del que fué premiado en Viena con la más alta recompensa durante la Exposición allí verificada.

Generador Galoway.—De propósito empezamos la descripción de los generadores por uno de los más notables del tipo antiguo, pues bien comprendido este, todos los demás le serán fáciles de entender al lector á la simple inspección del aparato.

El tipo Galoway consiste en disponer dos hogares dentro de la caldera, pues pertenece al sistema de las llamadas de *hogar interior*, es decir, que tienen la caja de fuego, la rejilla y el cenicero dentro de la caldera, rodeándolo todo el agua que se necesita calentar; de este modo se utiliza en tales generadores todo el calor que se pierde por las paredes de fábrica y en los ceniceros cuando los hogares están separados de las calderas. Volviendo á la descripción del generador que nos ocupa, véase la figura 6.^a, donde se expresa perfectamente el aparato bajo tres aspectos. En el centro, tal como se presenta al exterior, consiste en una caldera circular, cuyas tapas ó frentes planas están unidas al cuerpo cilíndrico con redoblonos, y para mayor seguridad llevan unas escuadras, cuatro arriba en sentido del radio, y dos abajo de igual modo, también unidas con dos filas de redoblonos las primeras, cogiendo así la T de estas escuadras, y con una sola fila en las segundas, por ser más sencillas y no tener sino una banda para este cosido; distingüense perfectamente en el medio las dos bocas de los hogares cilíndricos, con sus ventanillos, que dejan por debajo sus huecos respectivos para servir de ceniceros, que facilitan libre acceso al aire; más abajo existe una tapa por donde se puede hacer la limpieza de la caldera con toda facilidad, precisamente en aquella parte del fondo donde más se depositan los sedimentos; en medio, y sobre las entradas de los hogares, se observa el tubo de nivel, que acusa, como sabemos, la presencia y altura del agua en la caldera; á la altura media referida tiene su ingreso el tubo de alimentación, que se dibuja á la derecha, con su llave de paso que se regula con un pequeño volante á la mano del fogonero; y por fin, encima de todo se encuentra la válvula de seguridad de palanca, con su contrapeso, tal como nos es conocida.

A la izquierda del grabado que representa la figura 6.^a se ha-

lla otro de los aspectos del aparato, por cuanto que expresa un

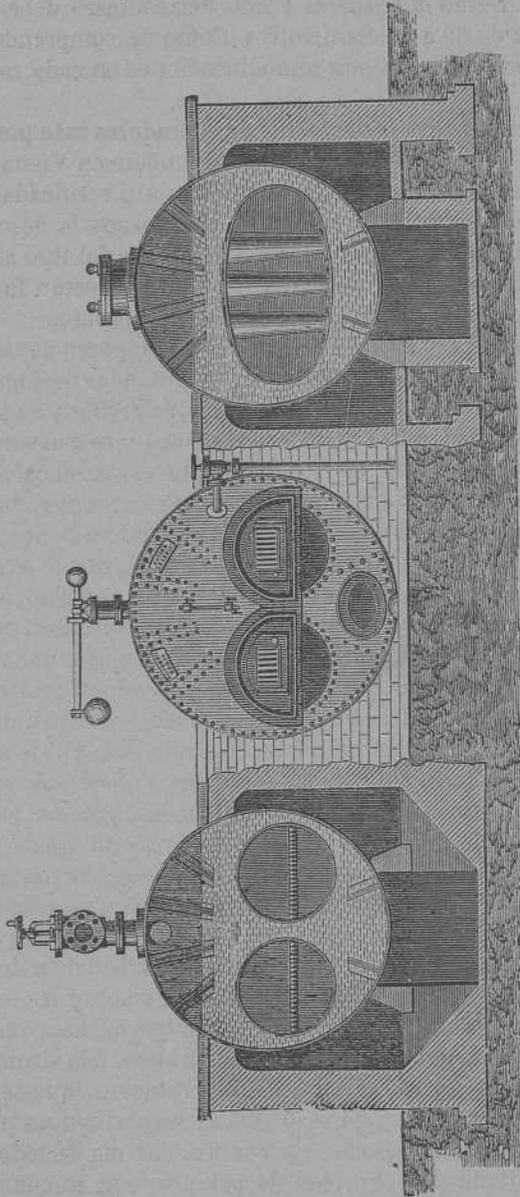


Figura 6.^a

corte trasversal del mismo á los pocos centímetros de la tapa delantera; de su inspeccion resulta que el macizo de fábrica en

que se empotra la caldera tiene grandes huecos alrededor, por donde circulan los humos de la combustion desde atrás hácia adelante, pasando por debajo, á fin de llegar algo frios á la chimenea; asimismo se perciben bien los dos hogares, con la disposicion de sus rejillas que separan la caja de fuego del cenicero; de igual modo pueden observarse las escuadras radiales de la tapa de atrás, de que hemos hecho mencion, y por último, encima se ve bien la toma de vapor, que se verifica por un largo tubo con ranuras, implantado en sentido longitudinal bajo la chapa de la caldera, y de él sale otro tubo vertical que le conduce á un regulador inmediato, provisto de su volante, al alcance del fogonero; este aparato debe hallarse al principio de la segunda mitad de la caldera.

A la derecha de la figura última se observa el tercer aspecto, que complementa la idea exacta de este aparato; es un corte tambien transversal que se da á la caldera despues de la toma de vapor; allí se manifiesta la conjuncion de los dos hogares en un solo tubo de seccion ovalada, por donde pasan las llamas de la com-

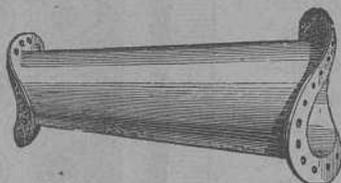


Figura 7.ª

bustion entre medias de 24 tubos ligeramente cónicos, figura 7.ª, los cuales llevan sus golas arriba y abajo para insertarse con redoblonos á las chapas que constituyen este gran tubo central ovalado; dichos tubos pueden colocarse verticalmente, ó tambien en sentido oblicuo, y de todos modos, como están siempre bajo la línea de nivel del agua, sirven admirablemente de hervidores aprovechando muy bien el calor; por fin, encima se observa el agujero de hombre, que está á la parte de atrás, dispuesto allí para la limpieza.

Este tubo central, en forma de óvalo, queda perfectamente consolidado con estos tubos cónicos, y sigue abierto hasta el fin de la caldera, conduciendo los humos hasta salir al espacio de atrás, volviendo por los costados laterales, como hemos dicho, hasta introducirse por debajo, segun se expresa perfectamente en este tercer aspecto del aparato, y que ocupa el lugar de la derecha en la figura 6.ª

El grabado figura 8.^a constituye una proyeccion horizontal de la caldera Galoway, en que se manifiesta el tubo ovalado central, con sus dos hogares, las cabezas de los 24 tubos cónicos, el agua que envuelve dicho tubo, la seccion del generador, el hueco de atrás, las cavidades laterales, el macizo de fábrica que lo cubre todo, y hasta la indicacion de la salida de los humos para la chimenea, con su registro de pantalla.

Los inventores han ideado una modificacion que se expresa en esta figura 8.^a por una angostura á poca distancia de la conjuncion de los hogares; estas entradas, puramente laterales, que la constituyen, se llaman *bolsas*, y las recomiendan mucho los Sres. Galoway, pues como se comprende, determinan una menor seccion al paso de los humos, que es causa de aumento en la velocidad de los mismos, y por lo tanto, la combustion se hace más activa y se utiliza mejor.

Delante de la caldera, y bajo los hogares, se observa en la figura 9.^a una chapa de hierro que cierra la entrada de una especie de registro por donde pasa el tubo de desagüe del gene-

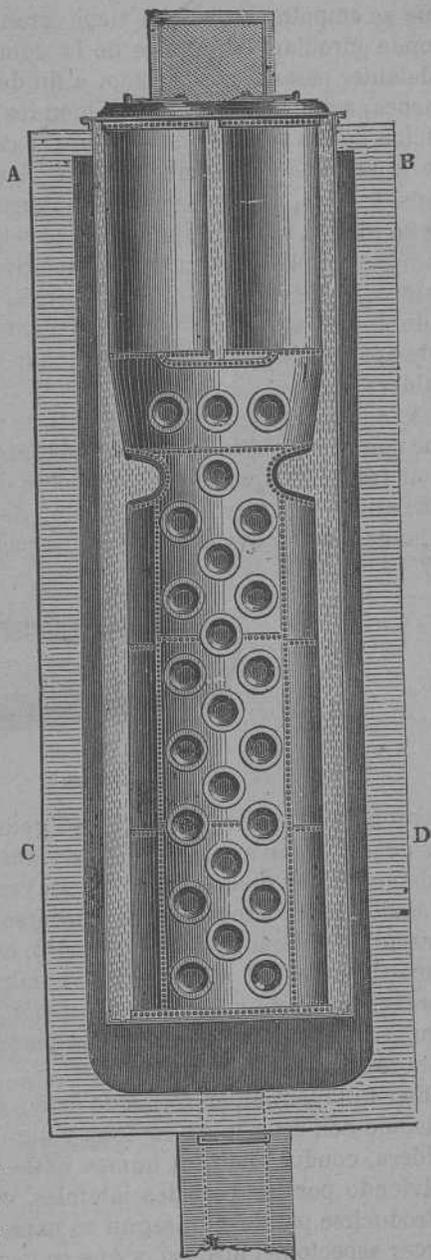


Figura 8.^a

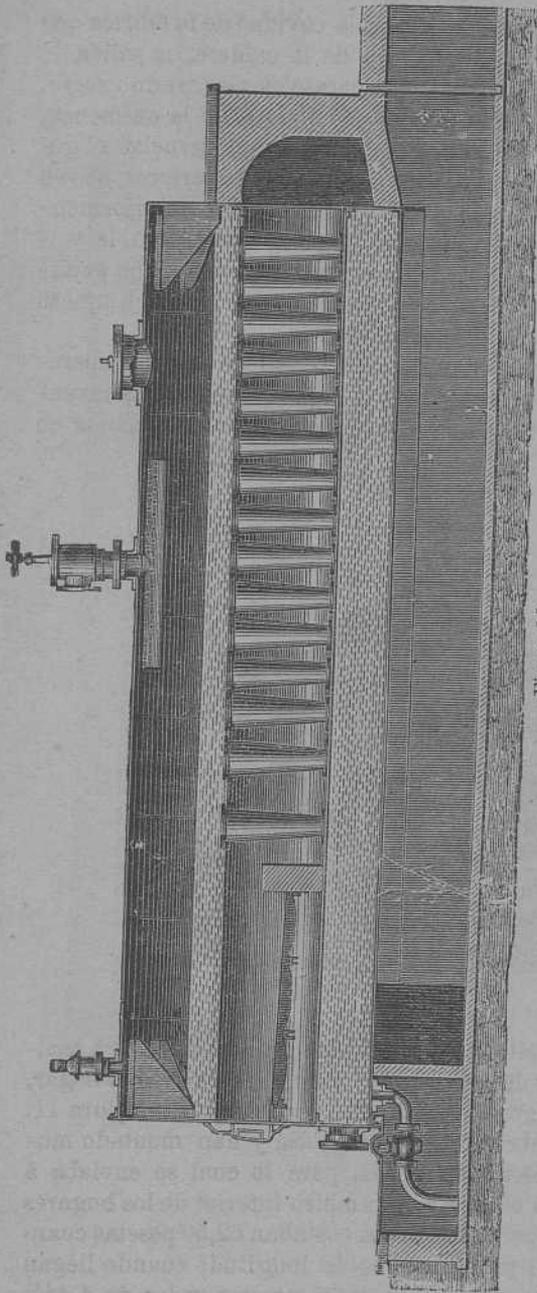


Figura 9.^a

rador, provisto de su llave correspondiente, como puede observarse en esta figura, que representa un corte longitudinal del aparato. En el adjunto grabado se aclara más y más cuanto dejamos descrito, pues se expresa bien uno de los hogares por donde se supone dada la seccion, con su tapa, su rejilla inclinada, que favorece al fogonero en las operaciones de echar y extender el carbon, como asimismo el desarrollo de la llama, que atrás dispondrá de mayor altura para desenvolverse, por ser allí donde más lo necesita; despues se distingue el tabique que limita la extension de la rejilla, separando la caja de fuego de la de humos, donde están los tubos, á los cuales envuelve la llama, calentando directamente el agua

que contienen; asimismo se ve detrás la cavidad de la fábrica que recibe los humos, y delante, debajo de la caldera, la salida de estos al conducto que, inmediato al aparato, y por camino recto, lleva los residuos aun calientes de la combustión á la chimenea, con el registro al final del macizo de fábrica que envuelve el generador. Dentro de la caldera, y en los ángulos superiores, se ven las escuadras radiales de que hemos hecho mención anteriormente, y que sirven para consolidarla. Encima se distinguen la válvula de seguridad, despues la toma de vapor, como queda explicado más arriba, y por fin, el agujero de hombre para la limpieza y reconocimiento interior del aparato.

Como una de las circunstancias características de estos aparatos consiste en los tubos cónicos de la caja de humos, los inventores varían la disposición de estos, colocándolos inclinados en

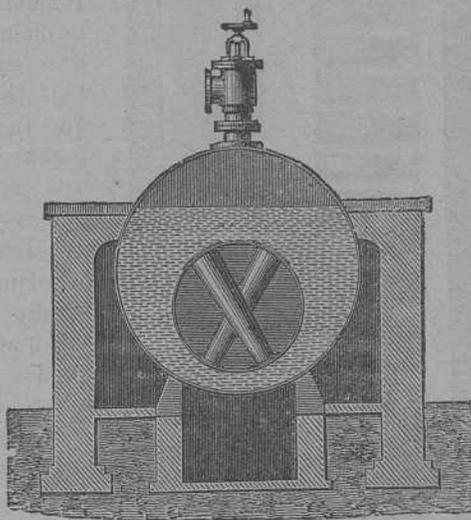


Figura 10

vez de verticales, y aplicándolos también indistintamente á cualquier tipo de calderas de hogar interior, ya sean de un solo hogar, como manifiesta la figura 10, ó de dos, como indica la figura 11. Los Sres. Galoway fabricaban estos tubos, y han montado muchos en diversas calderas antiguas, para lo cual se enviaba á sus talleres la medida exacta del diámetro interior de los hogares y el grueso de la chapa. Estos tubos costaban 62,50 pesetas cuando no excedían de 3 piés ingleses de longitud; cuando llegan á 3 piés y medio, su precio es de 68,75 pesetas, y los de 4 piés

75 pesetas, aumentando naturalmente el precio segun crece la longitud de estos tubos.

La figura 12 representa la vista de costado de una caldera de este género, en que los tubos están inclinados, como se expresa en la figura 10. La presentacion se manifiesta por un corte en el macizo de fábrica que rodea la caldera, y en esta se supone rota la chapa exterior y la del tubo interior, para que se descubra la

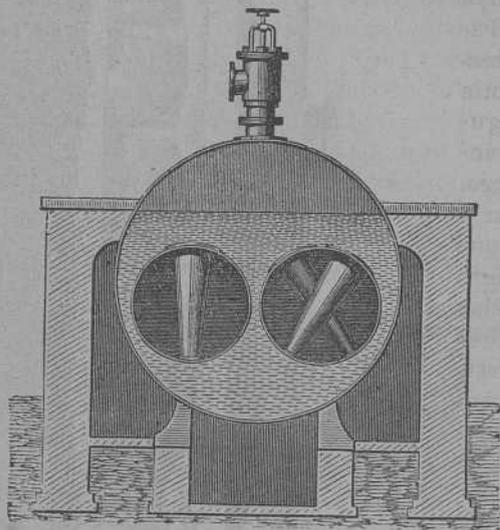


Figura 11

manera de estar insertados los tubos con la inclinacion indicada.

Los resultados económicos de estas calderas, que son de las mejores del tipo antiguo, han sido en extremo satisfactorios, pues alimentándolas con agua templada, llegan á evaporar de 10 á 12 kilogramos de agua por kilogramo de hulla que se quema en la rejilla.

Generador Belleville.—La cuestion de seguridad en las calderas ha hecho discurrir mucho á los hombres industriales, hasta crear los llamados generadores inexplorables, de los cuales es su verdadero tipo el inventado por los Sres. Belleville.

Desde luego que la inexplorabilidad absoluta es imposible de conseguir, pues así como al hombre más robusto y en mejores condiciones de salud nadie puede afirmar que su vida está asegurada en absoluto, tampoco en un aparato destinado á producir vapor debe confiarse en que no pueda sobrevenir de un momen-

to á otro la catástrofe inherente á tales aparatos, en que la tension de los vapores ha de ser elevada y retenida por la chapa que constituye el generador. Pero lo que en absoluto y en teoría no puede asegurarse, en la práctica, sin embargo, se puede llegar á una realidad, que equivale á tanto como la posesion de ese ideal que se persigue; en este caso se encuentran los generadores inexplorables de Belleville.

En efecto; estos aparatos se componen de un cierto número de elementos ó circulaciones de tubos idénticos, pero *independientes*, en cuya circunstancia estriba la seguridad que se persigue; cada uno de estos elementos lo constituye una serie de tubos de pequeño diámetro, que varía entre 72,90 y

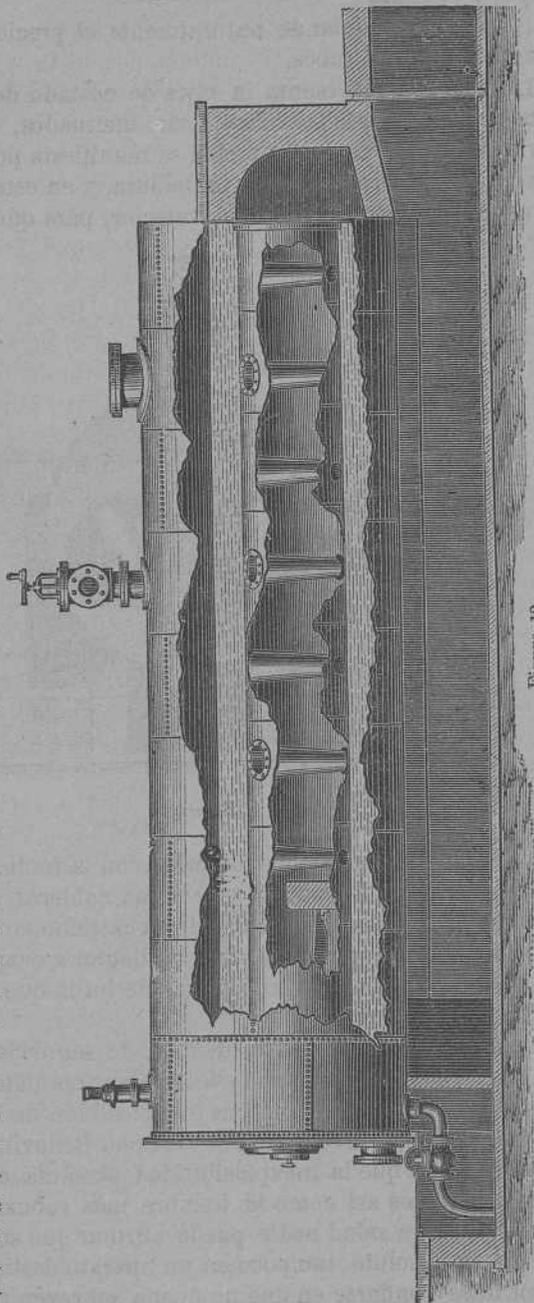


Figure 12

115 milímetros interiormente, con un espesor de 5 á 6 milímetros; dichos tubos rectos se comunican por medio de otros tubos curvos de igual diámetro, de modo que en toda la serie no existe ninguna cavidad de volumen notable que pueda ocasionar el terrible accidente, pues es sabido que, cuanto mayor es el diámetro de una caldera, más fácil y más peligrosa es la explosion; por este concepto el generador que nos ocupa está favorecido, toda vez que jamás presenta á la accion del fuego más que un haz de tubos, cuya resistencia es enorme por el escaso diámetro de cada uno de ellos, comparada con la debilidad de las grandes calderas de un solo cuerpo, aun cuando tengan dos ó más hervidores; como ejemplo diremos que, segun la proporcionalidad calculada para la resistencia de los recipientes tubulares, una caldera de un metro de diámetro, si ha de ofrecer la misma resistencia que un tubo de 9 centímetros de diámetro y 5 milímetros de espesor, el grueso de la chapa que la forme ha de estar tambien en la misma relacion directa que los diámetros, es decir, que ha de ser de un espesor *once* veces mayor que el del tubo, ó sea de 55 milímetros, que es exageradísima tratándose de una chapa.

Todavía los generadores Belleville ofrecen algunas más ventajas de seguridad comparados con las calderas ordinarias, y una de ellas consiste en el volumen interior de la suma total de los tubos que le constituyen, el cual es mucho menor, para igual potencia, que el de los generadores antiguos; de las medidas tomadas afectas á los mejores tipos de calderas comunes, se prueba, en efecto, que su volumen total interior es casi siempre diez veces mayor que el de un generador Belleville de igual fuerza. Asimismo, otra ventaja está en que en las calderas de gran volumen el agua llena en ellas una capacidad que varía entre un 70 á un 80 por 100 del total, al contrario de los generadores que nos ocupan, en los cuales esta proporcion está reducida á una mitad, y por lo tanto, valiendo la comparacion, sucede, como en un arma de fuego, que á menor cantidad de pólvora, menos fuerza inicial en el proyectil.

En resumen, que por sólo estos dos conceptos los generadores Belleville ofrecen *veinte veces más seguridad que las calderas ordinarias*, aparte de la mayor resistencia calculada anteriormente por la relacion de espesores, comparando los diámetros de los tubos con los de las calderas.

Por último, estudiando más las ventajas del generador Belleville, aun se descubre otra de gran importancia respecto á su seguridad, pues así como en las calderas ordinarias siempre se

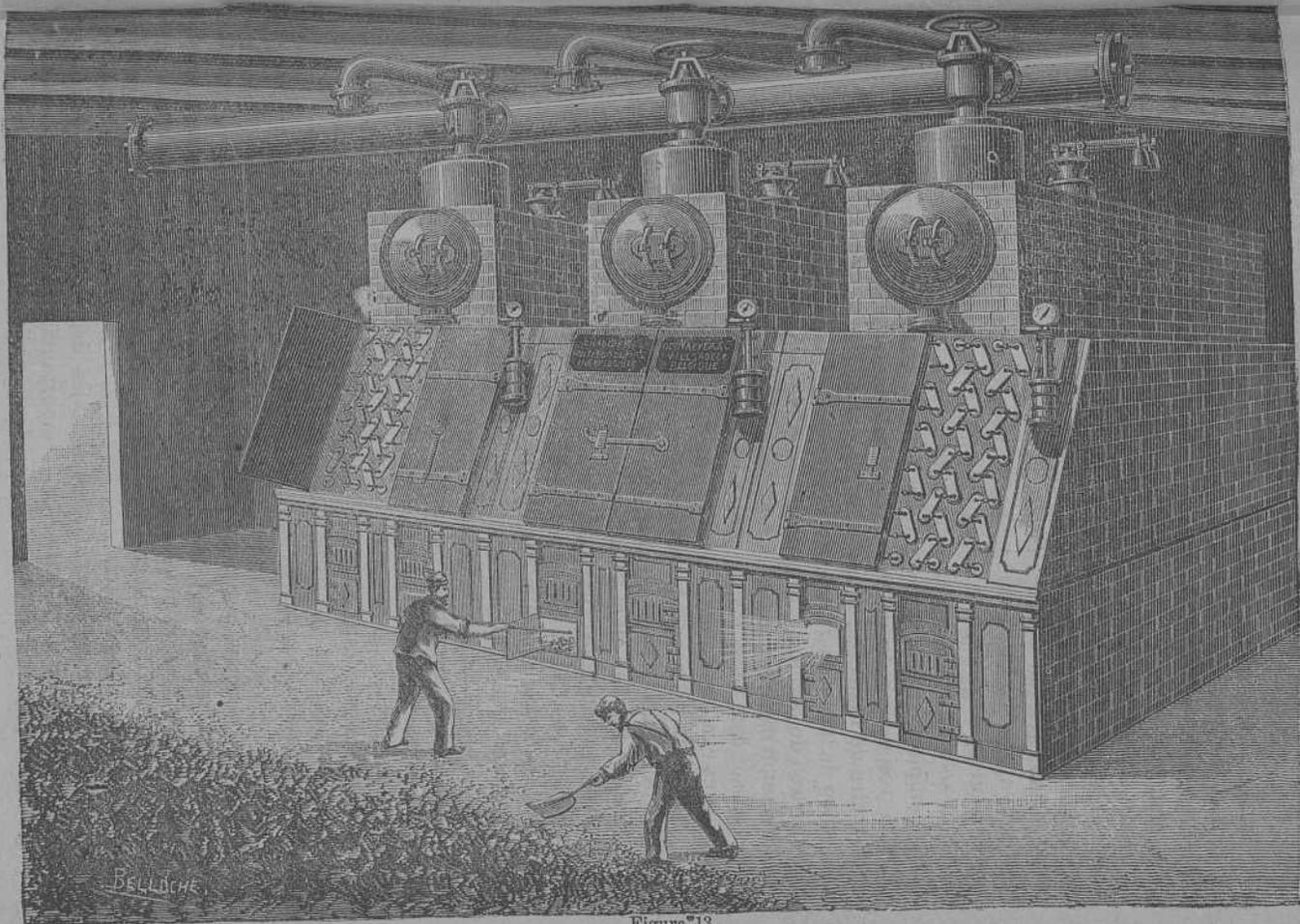


Figura 13.

reune el vapor en un solo espacio de gran extension, y por lo tanto, en el caso de un accidente, el peligro es tambien grande por la acumulacion de la causa que lo produce, lo que no ocurre en estos generadores, dado que los depósitos de vapor se encuentran distribuidos por los tubos, subdividiéndose así el gran peligro de las calderas ordinarias. Además, si en un generador Belleville ocurre la catástrofe, las consecuencias no son tan fatales, pues roto un tubo, el que ofrezca menor resistencia, que siempre será de los más próximos al fuego, por él se descargará el agua y el vapor á los pocos segundos, apagando el hogar en el acto; aparte de que los trozos del tubo que pudieran proyectarse, siempre serian contenidos por el múltiple emparrillado que la envuelve, sin lanzarse á gran distancia, como sucede en las calderas ordinarias; ahora bien, como todos los tubos no pueden romperse á un tiempo, hé aquí la nueva ventaja de estos generadores, que sobre los anteriores, está, por decirlo así, la subdivision de la catástrofe, aun en el caso improbable de ocurrir.

De modo que, si sobreviene el accidente despues de apercibirse una detonacion producida al rajarse un tubo, en seguida se oiria el chisporroteo del agua al caer sobre el fuego, y el vapor, con la ceniza levantada, saldria por la chimenea, dada la disposicion de estos generadores, en que todo va envuelto en un receptáculo de fábrica, guarnecida con hierro, sin que se vea nada al exterior mas que los aparatos accesorios, como indicadores de nivel, válvulas, manómetro, toma de vapor, etc. Así, pues, la última ventaja que acabamos de exponer es quizá la más digna de tenerse en cuenta, pues por ella vemos que el accidente se localiza, sin manifestarse al exterior por señal alguna, que tantas veces suele alarmar á los obreros de un taller, causando la precipitacion de estos al lanzarse fuera del local más desgracias que las producidas directamente por la explosion.

Por todas estas circunstancias la Administracion francesa permite la instalacion de generadores Belleville en los sótanos de las casas de más pisos de París, aunque estén unidos, constituyendo producciones enormes de vapor. Como ejemplo de estas instalaciones, véase la figura 13, donde el lector puede contemplar tres generadores de esta clase acoplados, en que sus cámaras de vapor, unidas por encima con tubos exteriores, llegan á producir grandes fuerzas destinadas á diversos servicios, como sucede en los grandes almacenes denominados *du Printemps* en París, en que bajo sus sótanos hay ocho generadores de este tipo, capaces de dar abasto al alumbrado eléctrico de todo el local, y cubrir

otros servicios en que son necesarios sobre unos 500 caballos de vapor próximamente.

Hace veinticinco años que funcionan estos generadores, y en la actualidad se construyen de enormes dimensiones, capaces, bajo una sola cubierta, de producir hasta 100 caballos de fuerza.

A pesar de todo, tienen sus defectos propios los generadores Belleville, que cada día se van venciendo con nuevas mejoras, merced á los continuos esfuerzos de la casa constructora de París que lleva aquel nombre. El inconveniente que desde luego se presentó fué el de la mucha humedad con que producen el vapor, cosa que sobre ser causa de su enfriamiento, y por lo tanto de disminucion de fuerza, humedece demasiado el interior del cilindro y los órganos de la distribucion en la máquina, dificultando el trabajo, destruyendo estos órganos y haciendo preciso abrir con frecuencia los purgadores del cilindro, con lo que se pierde grasa, se humedece la atmósfera del cuarto de máquinas y se desperdicia vapor útil.

Este defecto llegó á ser tan notable, que fué preciso estrechar el agujero de salida del vapor para evitar las entradas de agua en el cilindro de la máquina; pero así y todo, para obviar el inconveniente, los constructores idearon un secador especial, que consiste en un tubo ancho y corto, colocado encima de la caldera, figura 14, donde llega el vapor que tumultuosamente parte de cada tubo, atravesando las masas de agua de los demás, llegando mezclado con pequeñas burbujas de agua, á modo de bombitas hechas con el vapor, como los chicos hacen *pompas*, segun ellos dicen, cuando con una paja soplan dentro del agua, donde previamente disuelven un poco de jabon. Estas envolturas de agua ó burbujas constituyen la humedad del vapor á que aludimos. Dicho inconveniente, repetimos, se ha atenuado mucho con las últimas reformas.

Otro defecto que tenian los primitivos modelos era la dependencia y solidaridad de sus elementos, que dificultaba en gran manera las reparaciones; en la actualidad se ha atenuado este gravísimo inconveniente, convirtiéndole en ventaja; de manera que, siendo independiente cada elemento, cuando es preciso hacer en cualquiera de ellos una reparacion, no hay más que levantarle y el generador puede funcionar sin dificultad alguna. Como la alimentacion en estos aparatos ha de ser muy activa, dada la pequeña cantidad de agua que contienen, es preciso que se regularice perfectamente, y para ello contienen aparatos especiales automáticos que así lo verifican; de igual modo es pre-

ciso regularizar la marcha del fuego para que no se altere tampoco la producción del vapor, y en su consecuencia, también se han ideado medios para conseguirlo.

Pero antes de todo describamos la disposición del generador, que hasta ahora sólo venimos estudiando en principio (véase la

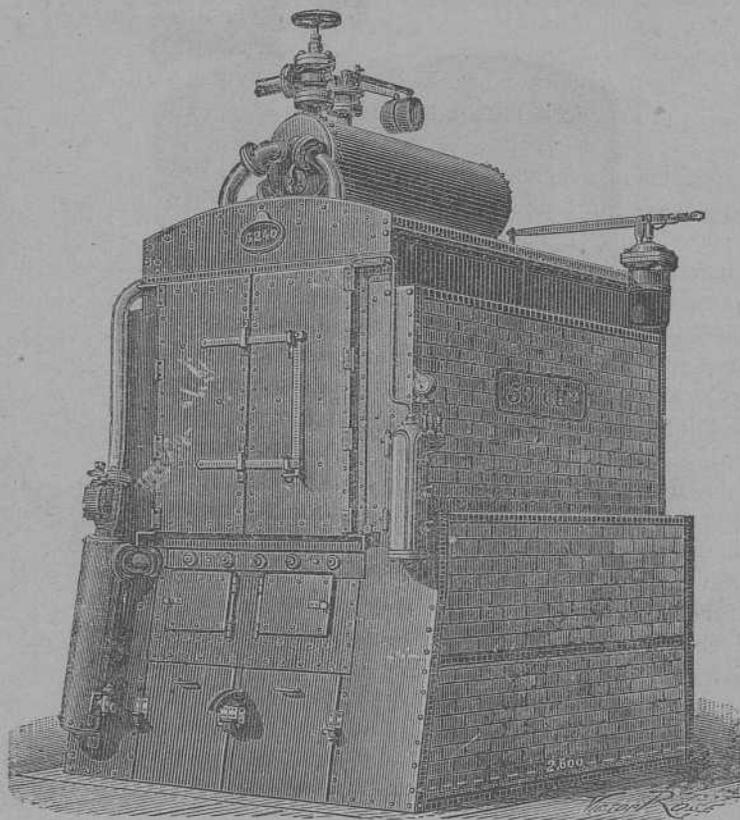


Figura 14.

figura 15). Según representa el grabado adjunto, el haz de tubos se encuentra sobre un hogar de doble rejilla, y encerrado todo en una envolvente de fábrica, con amplias puertas de chapa para facilitar la limpieza, que es por demás sencilla en tales aparatos. Esta envolvente es primero de chapa y después recubierta en los costados con ladrillo, guarnecido por anchas y fuertes pletinas que afirman estos muros, consolidando todo el sistema debidamente.

La casa Belleville, en su afan incesante de mejorar los generadores de vapor, viene introduciendo modificaciones importantes en tales aparatos; así, por ejemplo, en la regularizacion de la alimentacion segun hemos dicho, ha llegado á conseguir cuanto

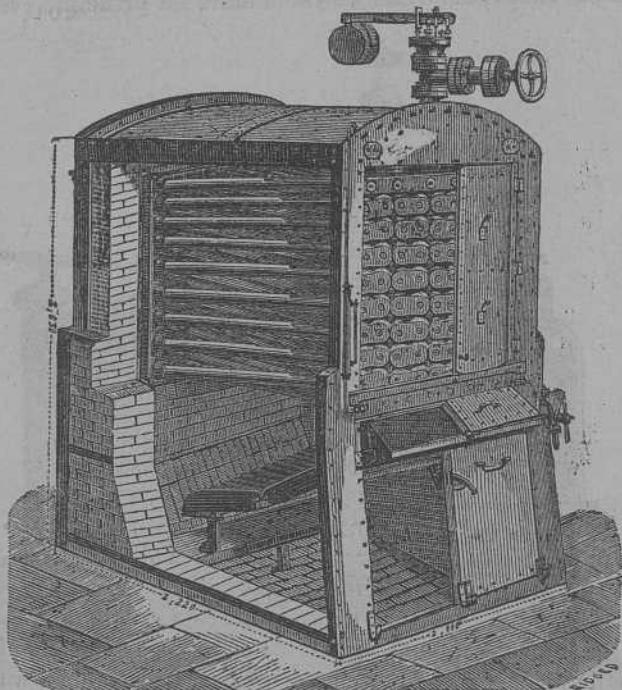


Figura 15

podiera desearse, puesto que la bomba alimentadora de agua está arreglada de manera que, cuando la diferencia de presiones entre esta bomba y la del vapor de la caldera alcanza un grado prudencial, mucho antes que pudiera ocurrir una explosion por falta de agua, se abre la llave reguladora, introduciéndose el liquido, que conjura todo peligro, que por lo demás, ya sabemos se reduciria á bien poca cosa, dada la naturaleza de esta clase de generadores. Además, últimamente tienen un depurador de vapor muy perfeccionado, por medio del cual se consigue que el vapor salga del aparato bien seco y sin arrastrar cuerpos sólidos extraños, que, como se comprende, perjudican mucho los órganos de la distribucion y del cilindro, por los desgastes que ocasionan al rozar unas superficies con otras.

El hogar del generador que nos ocupa es distinto á todos los demás; en él puede decirse que se destila el carbon gradualmente, quemándose luego y separando á un lado los residuos, que se sacan con suma facilidad, sin alterar en nada la marcha regular de la caldera. Por este medio se economiza al fogonero el trabajo de limpiar los barrotes del hogar cuando en los sistemas ordinarios se adhieren á ellos las escorias.

GENERADORES ESPECIALES

Los dos tipos de generadores que hemos descrito se puede decir que representan el de Galloway, lo mejor del sistema antiguo, y el de Belleville, la última novedad en estos aparatos.

Hay, sin embargo, multitud de disposiciones en las calderas, segun la aplicacion á que se les destina. Por ejemplo, en las locomotoras en que se necesita un consumo grande de vapor sin gran aumento en el volúmen de la caldera, se hizo preciso, para aumentar extraordinariamente la superficie de caldeo, atravesar el agua con multitud de tubos por donde, al pasar la llama, fuese calentada aquella con toda rapidez.

La figura 16, que determina un corte longitudinal de un tipo de locomotora antiguo, expresa bien la idea de este sistema de hogares multitubulares. El hogar, más bajo que la caldera, desarrolla la llama del carbon á la altura de esta, y como encuentra los tubos inmediatamente, se divide en 50 ó 60 venas flamíferas que, solicitadas por el tiro de la chimenea, penetran así á través del agua, calentando esta en seguida. Ahora bien; como no es posible disponer conductos de humo en las locomotoras sin sacrificar su sencillez, resulta que los humos salen muy calientes, y el generador no es económico ni aun en los mejores modelos de estas máquinas que se construyen últimamente, los cuales en este punto siguen lo mismo que cuando se inventó el primer tipo de locomotoras, del cual es un ejemplo la figura 16, puesto que representa la inventada por Roberto Stephenson en el concurso que en 20 de Abril de 1829 se abrió en Inglaterra para el memorable camino de hierro de Manchester á Liverpool.

A este propósito diremos que la idea de emplear el vapor en la locomoción terrestre tuvo su origen en Inglaterra, debida al doctor Robison, profesor de la Universidad de Glasgow, quien en 1759 formuló el pensamiento, ensayado diez años más tarde por el francés Cugnot, que hizo construir bajo su direccion un car-

ruaje especial, destinado al transporte de una pieza de artillería.

En Filadelfia (Estados-Unidos) un obrero, llamado Olivier Evans, llegó á construir un carruaje que recorrió las calles de aquella

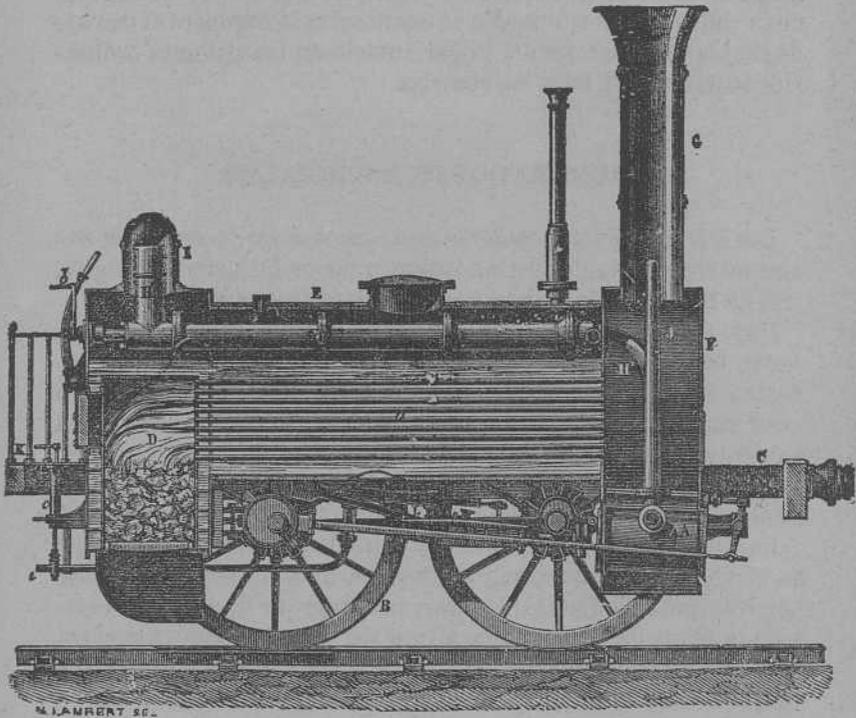


Figura 16

poblacion; pero la solucion dejaba mucho que desear, renunciando por fin á continuar los ensayos, si bien remitió los planos á Inglaterra, donde apareció el ilustre ingeniero Jorge Stephenson disponiendo las calderas de estos vehículos con su hogar interior para la mejor utilizacion del calórico; constaba la máquina de dos cilindros colocados en posicion vertical, y las ruedas, que eran tres pares, estaban acopladas por medio de una cadena sin fin, cuyos eslabones engranaban en los dientes implantados en los ejes. Despues, el concesionario del primer ferro-carril que se construyó en Francia, el Sr. Seguin, colocó sobre los carriles de Saint Etienne á Lyon una nueva máquina en que dispuso la caldera en forma tubular, segun indica la figura 16; por lo tanto, á dicho francés corresponde la gloria de esta importante invencion.

Por último, en el célebre concurso del año 1829 para la tracción del ferro-carril de Manchester á Liverpool, según decíamos anteriormente, se presentó el hijo del notable ingeniero inglés ya citado, con su nuevo modelo de máquinas locomotoras, del cual representa una ventajosa modificación nuestro último grabado. En aquel certámen, para el que fueron invitados cuantos constructores quisieran presentarse, sólo Roberto Stephenson dió cima á la empresa, rebasando las condiciones del concurso, puesto que su locomotora *Fusée* fué más allá en punto á velocidades, que se limitaban á 25 kilómetros por hora con carga y á 40 sin ella.

Desde esta fecha el problema de los caminos de hierro quedó resuelto, no sólo para trasportar mercancías como se creyó en un principio, sino también para viajeros; servicio que se estableció en aquella primera línea antes que cesara el indescriptible entusiasmo que produjo en toda Inglaterra tan importante acontecimiento.

Como quiera que en este Tratado no nos debemos ocupar de la descripción de las buenas máquinas locomotoras en sus últimos tipos, porque entonces dejaría de ser un pequeño libro, y por otra parte, como nuestro objetivo principal consiste en la enseñanza para el manejo de las máquinas y calderas de vapor ordinarias, más sencillas y comunes en la vida industrial, que es la más necesitada de estos auxilios, vamos á describir el modelo mejorado de la máquina locomotora que con verdadero éxito recorrió las primeras vías férreas, representada por la figura 16; y así, pues, conseguimos que el lector tenga una idea de tales máquinas, que por cierto apenas han sufrido reformas realmente esenciales, y en su consecuencia, las líneas que siguen le sirven al maquinista en general para conseguir una idea completa acerca de todas las locomotoras conocidas.

Estas máquinas siempre fueron dobles, constituyéndolas dos cilindros situados en la parte baja y delantera de la máquina, unas veces escondidos entre las ruedas, y otras al exterior, bajo la caja de humos.

En el modelo que nos ocupa los cilindros A, de los que no se ve más que uno, al suponer cortada la máquina por un plano longitudinal, se encuentran entre las ruedas del primer par delantero; los vástagos de los émbolos de dichos cilindros se acoplan sobre codillos del eje motor, que es el de las ruedas traseras B, produciendo el movimiento de rotación que se deseaba.

La caldera consta de una caja de fuego dentro de la misma, donde está el hogar D con su rejilla, envuelta aquella en agua

para utilizar mejor el calórico. Despues sigue la caldera propiamente dicha E, cuerpo cilíndrico atravesado por tubos, y termina con la caja de humos F, sobre la que va la chimenea G.

La toma de vapor se verifica en la cúpula I por medio de un tubo vertical H que da libre entrada al mismo, conduciéndole sobre el agua á través de toda la longitud de la caldera, donde naturalmente se seca el vapor antes de llegar á los cilindros;

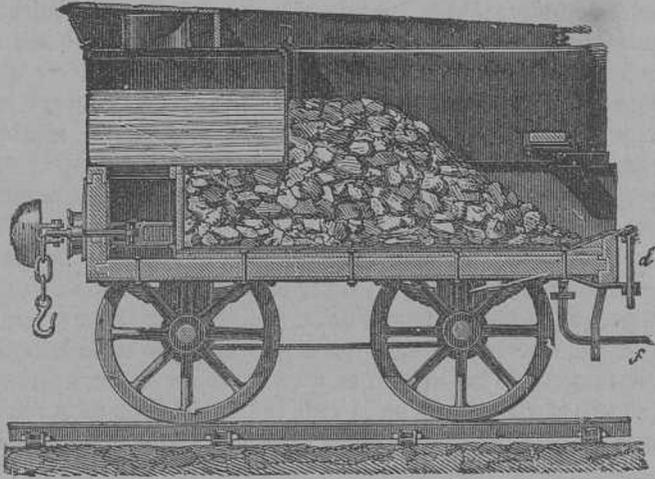


Figura 17

circunstancia que conviene no despreciar, pues en estas calderas, donde la accion del fuego es muy enérgica, producen el vapor con mucha humedad, y así, obligado á recorrer dicho tubo rodeado de vapor, se recalienta y pierde aquella humedad perjudicial; cerca ya de la caja de humos, se divide este en dos que, descendiendo por la citada caja, conducen el vapor á cada uno de los cilindros, desembocando en las cajas de distribucion.

Para la toma del vapor dispone el maquinista de una palanca que va encima de la caja de fuego, con la cual abre la comunicacion del vapor. Este aparato, por demás importante en las locomotoras, lleva el nombre de *regulador*, y ha sido objeto de numerosas modificaciones.

Desde luego ocurrió la necesidad de que acompañase á la máquina un depósito de carbon y otro de agua, de cuya idea nació el *ténder*, que en su origen tuvo la forma del adjunto grabado (figura 17), en el que se expresa perfectamente el sitio dispuesto para el agua y el destinado para el carbon, gracias al corte lon-

gitudinal que se supone dado al tender, descubriéndose así su interior. Este vehículo iba unido á la máquina por medio de un doble gancho con su pasador *d*, y por debajo se comunican, con el tubo *f*, el depósito del agua y la bomba de alimentacion.

Como recuerdo histórico de este género de máquinas de vapor, y para que nuestros lectores tengan una idea de su potencia motriz, hé aquí algunas dimensiones correspondientes á la locomotora recientemente descrita:

| | |
|--|-------------------|
| Diámetro de los cilindros..... | 0,33 metros. |
| Carrera de los émbolos..... | 0,14 — |
| Diámetro de las ruedas..... | 1,34 — |
| Superficie de caldeo..... | 31 met. cuad. |
| Presion de trabajo ordinario de..... | 4 á 5 atmósferas. |
| Peso de la máquina sin carga..... | 6,500 kilogramos. |
| Idem id. cargada de agua y carbon..... | 8,000 — |

En la actualidad han variado mucho las máquinas locomotoras del tipo primitivo, sobre todo en el peso, pues en las que emplea nuestra Compañía de los ferro-carriles del Norte se considera que una máquina vacía pesa de 30.000 á 40.000 kilogramos, segun tenga tres ó cuatro pares de ruedas, y cargada de carbon y agua se la supone con 7.000 ó 15.000 kilogramos más respectivamente.

Como generadores especiales pudiéramos citar tambien las grandes calderas de los buques, que desde Fulton en 1807, cuando empezó la aplicacion del vapor á la navegacion fluvial, verificando la travesía de Nueva-York á Albany (120 millas) en treinta y seis horas, se ha progresado mucho.

Siguiendo en nuestra tarea de dar á conocer diversos tipos de calderas que puedan servir de norma al maquinista para tener una idea perfecta de los generadores, véase el que representa la figura 18 adjunta, correspondiente al sistema de hogar interior. Como en los grabados anteriores, se supone en este que se ha dado un corte longitudinal para la más fácil inteligencia del aparato que tratamos de describir. De su exámen resulta que en la parte anterior tiene la caldera una entrada, donde se halla dispuesto el hogar sobre una rejilla en declive, hácia un macizo de fábrica refractaria, por encima del cual pasa la llama, volviendo por arriba mediante unos tubos á salir por la chimenea, que en este sistema se encuentra sobre la entrada del hogar.

Las ventajãs de tal disposicion son de algun interés en determinados casos; por ejemplo, si el agua que se emplea en el generador se halla muy cargada de sales, y fuera de temer una yustaposicion extraordinaria de incrustaciones en la caldera, está

muy prevista la facilidad de su limpieza sin más que destornillar la doble gola que al examinar el grabado, figura 18, se observa á la entrada del generador, y con ello se comprende que destapa-

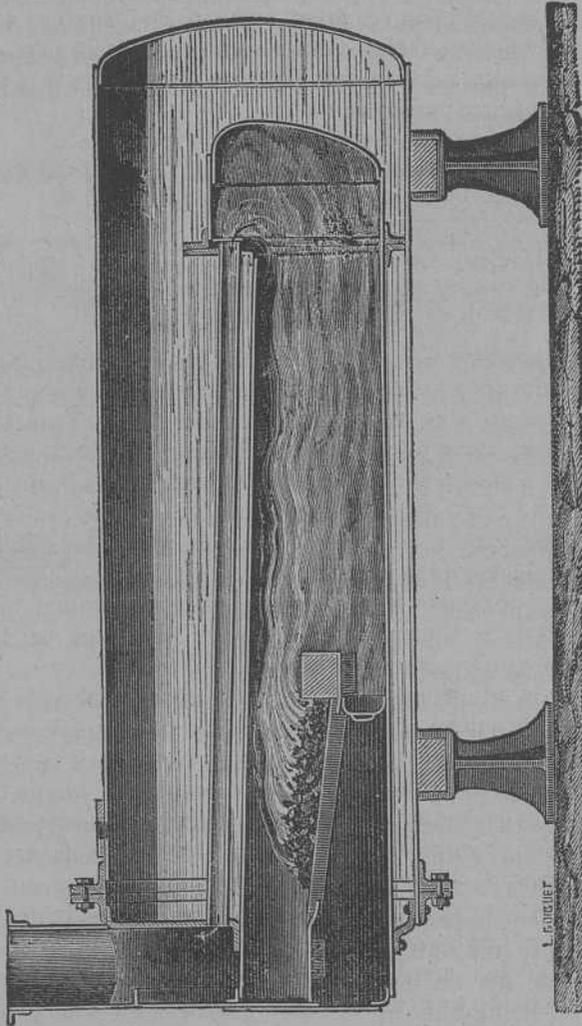


Figura 18

do así el armazon de la caldera, esta puede limpiarse en absoluto. De igual modo las chispas del hogar que producen cenizas y carbonilla, caerian detrás del macizo, extrayéndose por debajo sin más que quitar una tapa indicada en la figura.

Calderas de las máquinas locomóviles.—Desde hace muchos años ocurrió la idea de unir la máquina de vapor con el generador, cosa que, si bien siempre es antieconómico y perjudicial por muchos conceptos, en cambio puede exigirlo la naturaleza del trabajo á que se destina el motor, como por ejemplo, las faenas agrícolas, donde es preciso cambiar de predio para cada labor; las obras públicas, donde hay también necesidad de mudar el lugar de las operaciones, ya en la misma obra, ó á su terminación; en los talleres provisionales de muchas industrias, y por fin, allí donde no se disponga de suficiente local, suele emplearse por necesidad tales locomóviles que, repetimos, no conviene su uso por las razones siguientes:

Desde luego todo aparato que ha de trasladarse fácilmente debe estar montado á la ligera y expuesto á deformaciones y averías propias de lo que puede ser transportable. La caldera será antieconómica necesariamente: primero, por no estar protegida con el empotramiento de la fábrica, que las preserva de toda frialdad á las calderas ordinarias, y además las disposiciones de la caldera no pueden alterarse gran cosa, dada la condición de la transportabilidad, y por fin, debiendo hallarse juntas la máquina y la caldera con su hogar, es claro que, el polvo del carbon, los humos y cenizas que flotan en la atmósfera, caerán sobre los órganos de la máquina, ensuciándola, de modo que con la grasa se forma por necesidad cierto barro que ha de destruir la máquina mucho antes que cuando, separados ambos elementos del motor, la máquina permanece aislada entre tabiques y vidrieras, incomunicándose completamente del generador de vapor.

En su consecuencia, los constructores de tales motores están haciendo modificaciones en ellos todos los días, aligerando el peso unas veces, otras sacrificando ciertas ventajas á la sencillez, para que el manejo del motor no ofrezca dificultades á las gentes rústicas que puedan emplearlas, y al propio tiempo para que las reparaciones sean fáciles en cualquier lugar donde no se encuentre más que un mal herrero, y por fin, la consabida solidez y el poco coste que se exige á toda obra.

Los Jurados de las Exposiciones industriales han formulado las condiciones especiales de las locomóviles exigiendo: aislamiento completo de la caldera; cilindro envuelto por circulación de vapor; expansion variable; poca velocidad; medio de calentar el agua de alimentación con el vapor sobrante; hogar dispuesto para el empleo de toda clase de combustibles; que apure bien los gases de la combustión, y que utilice lo mejor posible el calor

producido. Con esto, y que sea fácil la limpieza de la caldera, se consigue una buena locomóvil.

Se dividen estas máquinas en dos grupos, unas fijas y otras verdaderamente locomóviles, que son: las primeras aquellas que montadas sobre fuertes apoyos ó zócalos, si bien son trasportables, hay que desmontarlas para llevarlas lejos, y de todos modos

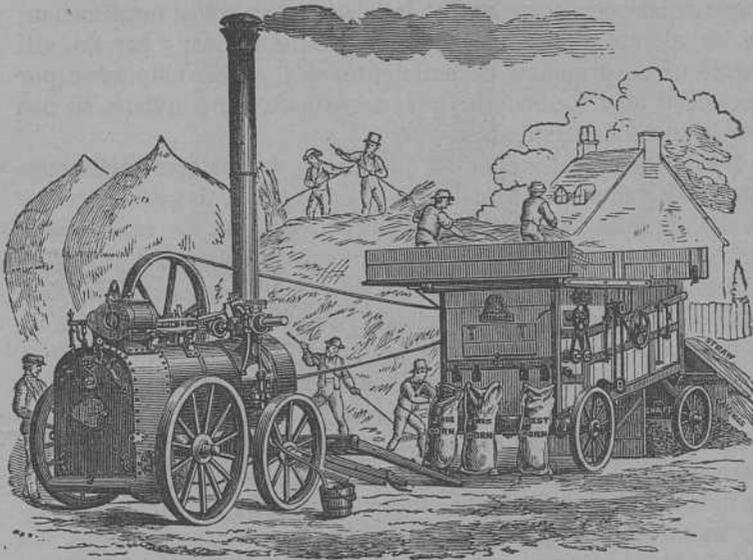


Figura 19

siempre se necesita un carro en cuanto que el traslado es tan sólo de 100 metros; y las segundas las que, montadas sobre cuatro ruedas, pueden ser arrastradas de un lado á otro cuanto se quiera, dispuestas para trabajar á cada momento. Así, pues, la figura 19 representa una locomóvil del segundo tipo, donde se la ve actuando sobre una trilladora y limpiadora al propio tiempo, que tambien es trasportable para hacer estas labores en una casa de campo, á fin de pasar á otra al terminar tales faenas, recorriendo eras, cinas y cortijos. Otra disposicion de estos motores, en que se agrega la máquina para que se utilizan, está representada en la figura 20; en una plataforma montada sobre cuatro ruedas, donde, con su lanza para el tiro de un tronco, se ve una máquina de vapor de la clase que nos ocupa, y delante una bomba rotativa que toma el agua del cauce de un rio para verterla sobre un canalizo superior y regar así las tierras ribereñas, donde suelen perderse las

cosechas en los años de sequía por falta de estos mecanismos, que, como se comprende, puede acudirse con ellos á todas partes, y con gran facilidad.

No deben confundirse estas locomóviles con las máquinas destinadas á marchar por las carreteras mediante la acción del vapor, ya para trasportar otros vehículos en forma de tren, sustituyendo con

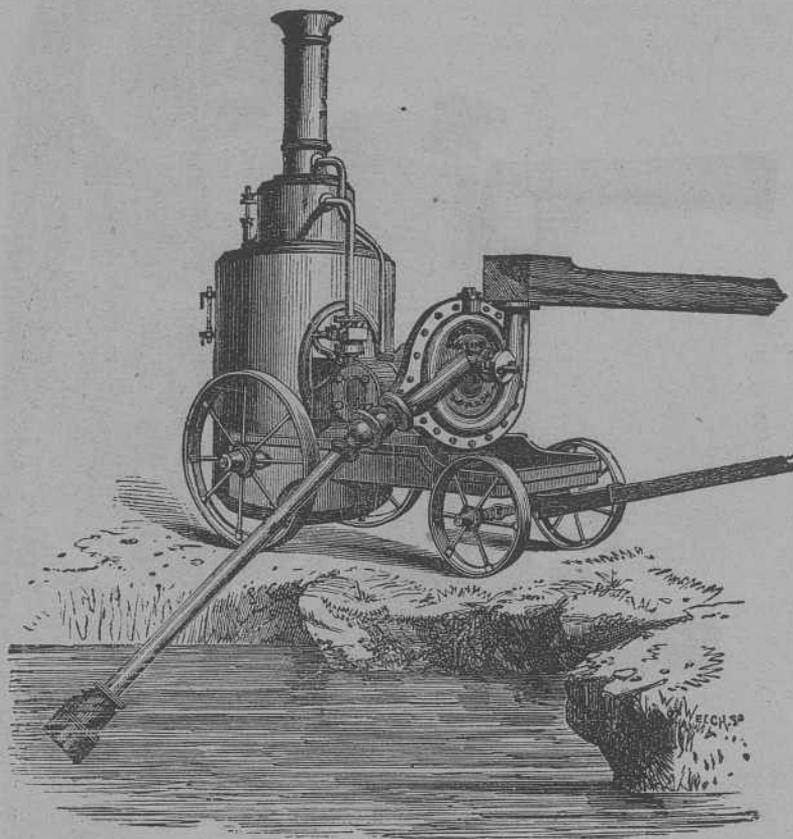


Figura 20

ellas la tracción animal, ó también para sentar el guijo al construir aquellas vías de comunicación, según se expresa en el adjunto grabado, figura 21, donde sobre tres ruedas, una ancha y delantera, y otras dos atrás laterales, se monta una máquina de vapor con su generador anejo, la cual impulsa el juego de ruedas traseras, produciendo la marcha, sentando así una gran faja de vía, mucho mejor por la mayor anchura y presión ejercida que em-

pleando el antiguo sistema de rodillos de piedra, y aun de fundición que, arrastrados siempre por parejas de bueyes, se usaron despues con tal objeto. De todos modos, en estas aplicaciones deben perseguirse los mismos fines que en las locomóviles, puesto

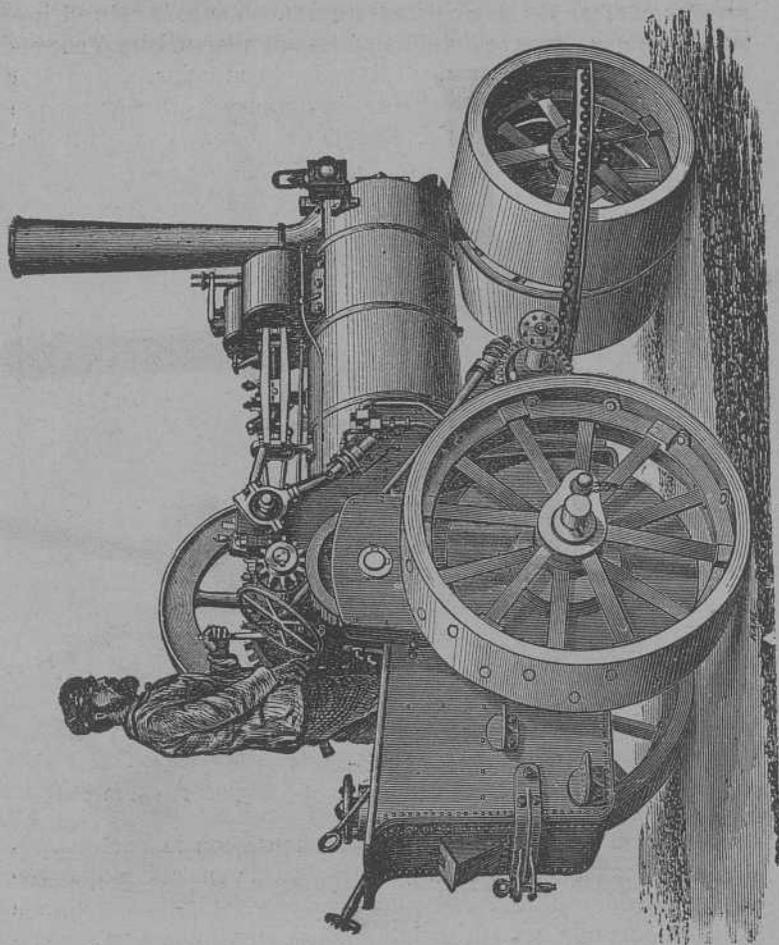


Figura 21

que, como en estas, la máquina propiamente dicha y el generador del vapor van unidas por necesidad.

Entre las diferentes disposiciones de calderas para locomóviles de una ú otra clase, hay cuatro tipos principales, que se emplean algunos de ellos indistintamente, tanto para las que afectan la posición horizontal como la vertical.

Para los generadores verticales puede disponerse la forma que afecta la figura 22. El hogar, dentro del cuerpo de la caldera, desarrolla la llama que acciona sobre la masa superior del agua, volviendo circularmente hácia abajo, calentando el agua de la caldera, que con una doble envoltura desciende rodeando el hogar, hasta que de nuevo la llama ó los humos vuelven á ascender alrededor de la misma, y así cediendo su calor, llegan á la chimenea indicada en el diseño, con la temperatura nada más que necesaria para producir el tiro. Debajo del hogar hay una cavidad

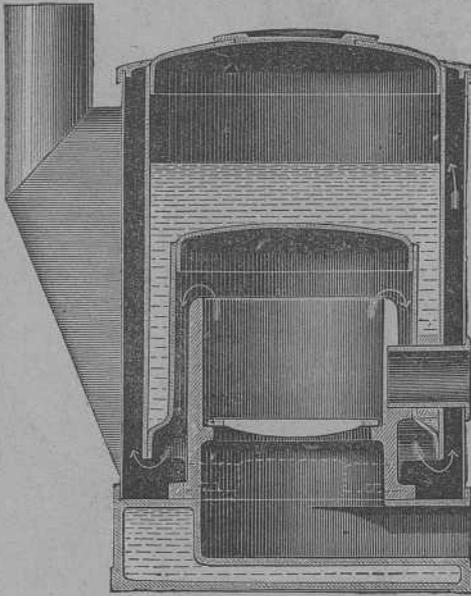


Figura 22.

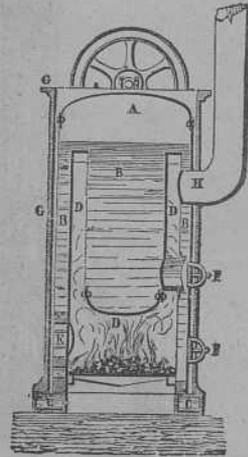


Figura 23

llena de agua que se comunica lateralmente con la parte superior, aprovechándose el calor de la carbonilla encendida que cae en el cenicero, utilizándose cuanto se puede el combustible, dada la disposición que nos ocupa. La limpieza en esta caldera se verifica levantando la tapa que hay en la parte superior de la misma.

Al contrario del tipo anterior es el sistema Maulde, Geibel y Wibart, que se describe en el adjunto grabado (figura 23). Aquí la llama asciende desde luego, rodeando una especie de hervidor central B, el que comunica con el resto de la caldera envolvente, tanto por arriba como por un tubo E que sirve á este efecto, para la limpieza del fondo de dicho hervidor y todavía para di-

vidir y separar la llama, retardando su salida por la chimenea H, que por ello corresponde encima del tubo en cuestion. Este sistema permite que el contenido de la caldera sea mayor, no necesitándose alimentar con tanta frecuencia, lo que evita enfria-

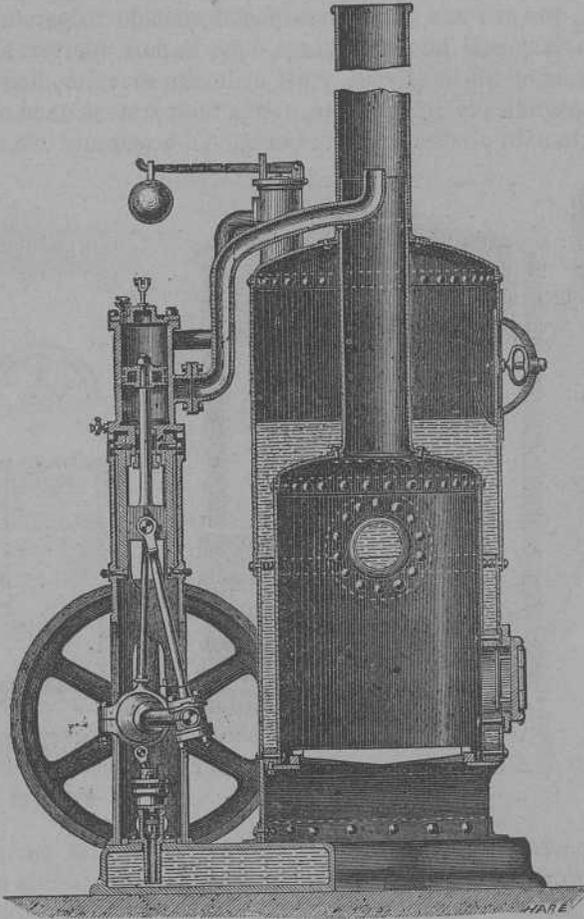


Figura 24

mientos y peligros de explosiones por el descenso rápido del agua que pudiera ocurrir en el tipo anterior.

Otro sistema muy recomendable es el dispuesto tal como manifiesta el grabado (figura 24), donde pudiéndose desarrollar la llama en una alta caja de fuego, encuentra un hervidor trasversal que

divide la llama antes de llegar á la chimenea; de este modo el calor se utiliza muy bien, y todavía se consigue más superficie de caldeo disponiendo varios hervidores como el que se manifiesta en la figura, pero en diversas posiciones, aunque todas horizontales, en cuyo caso el calor se aprovecha más, pues la llama, chocando con estos gruesos hervidores, se divide otras tantas veces encontradamente por la disposición de aquellos, llegando á la chimenea los humos de la combustión algo más fríos, aunque siempre con la tensión necesaria para el tiro.

En la parte superior, á la derecha, se dispone el *agujero de hombre* para entrar á limpiar la caldera, y en cuanto á los hervidores, se limpian estableciendo en la cubierta del generador, y en la dirección de cada uno de dichos hervidores, su tapa correspondiente como la del agujero referido, y en el fondo, á un costado, suele haber otra salida del mismo género para limpiar la parte baja anular, que constituye la separación de la caja del fuego y la caldera.

Por último, hay algunas locomóviles de disposición vertical en que se aumenta la superficie de caldeo por el sistema multi-tubular de las locomotoras, sistema generalmente observado en los generadores de las locomóviles horizontales que en forma de carro sobre sus cuatro ruedas tanto se aplican á las faenas agrícolas (véase la figura 19) como en las obras públicas por las razones ya expuestas; pues bien, de igual modo hay constructores que adoptan este sistema para las calderas de locomóviles semi-fijas, como puede verse al examinar la figura 25.

El hogar interior, dispuesto en la parte baja, desarrolla la llama sobre una gruesa chapa agujereada, por donde se acoplan varios tubos verticales que, atravesando la masa de agua, desembocan bajo la chimenea directamente; de este modo, como decíamos al tratar de las calderas de locomotoras, se consigue la subdivisión de la llama convenientemente para el mejor aprovechamiento del calor. La figura representa una locomóvil de esta clase en reparación, después de haber desmontado los tubos y la tapa del agujero de hombre, por donde se supone que entró el operario que dentro de la caldera se observa rascando sus paredes, á fin de limpiarlas perfectamente; operación que conviene hacer de vez en cuando, sin poder fijar plazo por influir en esta necesidad tres factores indistintamente, que son: el mayor ó menor trabajo de la máquina, la calidad de las aguas empleadas y el bueno ó mal trato que haya recibido la locomóvil, según la inteligencia y cuidados del maquinista encargado de dirigirla.

Antes de ocuparnos de las condiciones generales de todo buen generador y de los medios de apreciar su valor económico, vamos á exponer sucintamente algunas alteraciones introducidas en los sistemas de calderas, bajo los títulos de sus respectivos constructores, á fin de que el lector no desconozca tales aparatos cuando sean citados con dichos nombres.

Generador Meyn.—Muy usado en Alemania; consiste en una caldera cilíndrica, vertical, sobre la que hay un depósito de vapor envuelto por los humos. En esta caldera hay dos séries de



Figura 25

tubos, colocados unos en la parte inferior, encima del hogar, cuyo objeto consiste en aumentar la superficie de caldeo é impedir que los gases de la combustion salgan demasiado calientes, que todavía ceden calor al atravesar la segunda série de tubos, llegando á la caja de humos, donde se encuentra el recalentador del vapor.

La primera série de tubos son de una forma especial característica en este sistema de calderas, pues son aplastados por sus lados inferiores y con pequeñas ondulaciones para aumentar la superficie de caldeo. Produce gran cantidad de vapor relativamente á otros sistemas de igual superficie de caldeo, pero á costa de mayor gasto de combustible. Segun la opinion de reputados ingenieros, estas calderas no tienen otra aplicacion ventajosa que allí donde se dispone de poco local, y no es posible establecer calderas que ordinariamente tienen posicion horizontal.

Generador Bergmann.—Afecta, como el anterior, la forma vertical, dividido en dos cuerpos cilíndricos. El inferior, alto y delgado, se empotra en un zócalo de fábrica, y el de encima, doble de diámetro, lleva una serie de tubos verticales de circulación, en número de 44, formando á modo de una doble corona alrededor del depósito de agua. El hogar está al exterior completamente, como asimismo los tubos, y el tiro está dispuesto de modo que los humos recorren en forma de espiral todo el cuerpo de la caldera, pasando por en medio de los tubos.

Estas calderas tienen la ventaja de que las incrustaciones van á parar al cuerpo inferior de la caldera, evitándose por este medio la quemadura y deterioro consiguiente de los tubos. En cambio tienen el inconveniente de lo poco accesibles que son para la limpieza, vigilancia y reparaciones; causa que motiva la destrucción más pronta de tales generadores, comparados con los de otros sistemas á igualdad de trabajo.

Generador Béde.—Está compuesto de dos cuerpos cilíndricos, enlazados y combinados con dos series de tubos, por los que circulan los gases procedentes del hogar. Tiene dos hogares como el generador Galloway que hemos dado á conocer extensamente como último modelo más perfecto del sistema antiguo de calderas, pero mejor dispuesto, á fin de obtener una combustión más perfecta, comunicando también con una cámara de fuertes paredes de mampostería, en evitación de toda pérdida de calórico. Los tubos verticales son también más numerosos, y es claro que estando más juntos, absorben mejor todo el calor que no es necesario para el tiro de la chimenea. La circulación del agua es muy rápida, dada la multiplicidad de los tubos, sobre todo en la última modificación hecha por el Sr. Béde, en que sustituye la caja ó recipiente, formado de paredes laterales, donde caía el agua en el tipo primitivo, por ocho gruesos tubos laterales, por donde desciende el agua, acelerando el movimiento del líquido en estos generadores; circunstancia muy del caso para evitar las incrustaciones; de donde resulta que tales calderas son siempre de gran duración, además son fáciles de limpiar por registrarse cómodamente todos los órganos del generador, siendo esta una condición práctica muy recomendable en tales aparatos.

Hasta cierto punto se hallan protegidas dichas calderas contra las explosiones, en el caso de que hubiese falta de agua, pues los tubos quedarían al descubierto antes que la caldera, y entonces empezaría el accidente por estos tubos, formando escapes de vapor que evitarían los malos efectos de la catástrofe.

De todo lo cual se deduce que este generador economiza combustible, alcanza larga vida y es fácil de reparar; circunstancias

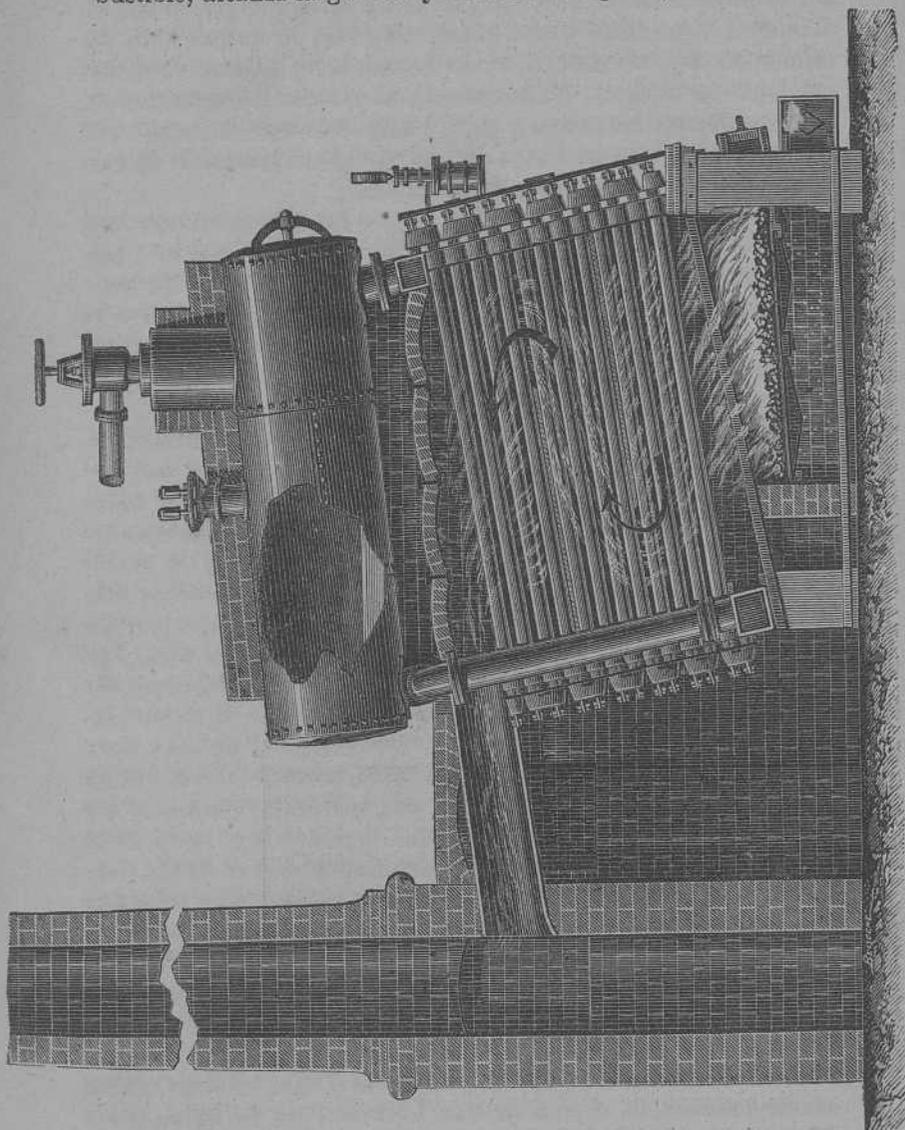


Figura 26

que le harían recomendable en extremo, á no ser su elevado precio de instalacion y el coste que representa en sí, haciéndole más caro por tales conceptos que ningun otro de los conocidos.

Generador Naeyer.—Pertenece, como el sistema Belleville, al tipo de los generadores inexplosibles, pues consta, como indican los grabados adjuntos (figuras 26 y 27), de series de tubos reunidos unos á otros, formando un verdadero serpiente debajo de un cuerpo de caldera cilindrico.

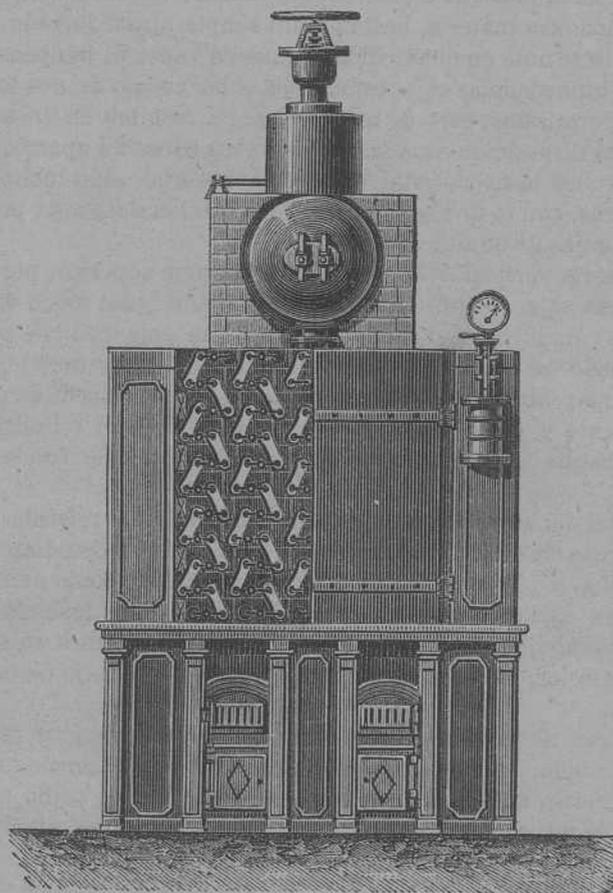


Figura 27

Cada elemento de esta serie de tubos está compuesto de dos paralelos cuyos extremos entran ajustándose cónicamente y con fuerza en dos cajas rectangulares, de modo que cada elemento lo forma un rectángulo hueco, en el que los lados largos son los tubos y los cortos las cajas citadas anteriormente. En cuanto á las

séries, se forman superponiendo elementos, y reunidos por medio de las cajas extremas de un modo especial, que es el carácter distintivo de este género de calderas; cada elemento termina en un pequeño tubo cónico que ajusta perfectamente en las aberturas que llevan al efecto las cajas, siendo de notar que estas uniones se hacen nada más que á presión, sin mastic, caoutchouc, plomo ni ninguna otra materia, bastando un simple ajuste forzado para que nunca se note en ellas salida alguna de vapor ni tampoco señales de humedad; las cajas están sujetas por medio de dos tornillos y superpuestas, pero de manera que no resulten en línea vertical; esta disposición es idéntica en ambas caras del aparato; por fin, los tubos tampoco están en línea horizontal, sino inclinados hácia atrás, con lo que se facilita la evacuación del vapor por los tubos y cajas de unión.

Cada série vertical se comunica por la parte superior, por medio de una caja, con un colector general, y de igual modo dichas séries se comunican todas por medio de una caja con un colector situado en la parte posterior é inferior del generador que nos ocupa; ambos colectores se comunican respectivamente por delante y por detrás con una pequeña caldera cilíndrica é inclinada que se encuentra encima del sistema de tubos descrito.

El nivel del agua debe sobrepasar á la caldera referida para que se reparta el líquido por igual en los tubos. Estudiando la disposición explicada, se comprende que el agua circula perfectamente en estos generadores, y para evacuarlos, lavándolos al propio tiempo, basta abrir una llave que se encuentra en el colector inferior, es decir, en el punto de nivel más bajo de todo el aparato.

El hogar tiene dos puertas, para mayor comodidad y ventaja en su servicio. La llama queda obligada á verificar un movimiento de zig-zag, merced á dos planchas de hierro que, como se indica en la figura 26, van interpuestas entre los tubos, dividiendo toda la série en tres partes en sentido de la longitud.

Estas calderas gozan, como las de Belleville, de iguales ventajas: menos peligrosas; más fáciles de aumentar su fuerza, por ser mucho mayor su superficie de caldeo que en las ordinarias; sencillez en el transporte; reparaciones fáciles de hacer; limpieza de incrustaciones y de hollín muy sencillas; economía de combustible, y regularidad en la marcha.

Generador Sinclair.—Véase el grabado adjunto (figura 28), y por su inspección se deduce que pertenece al tipo anterior, pero

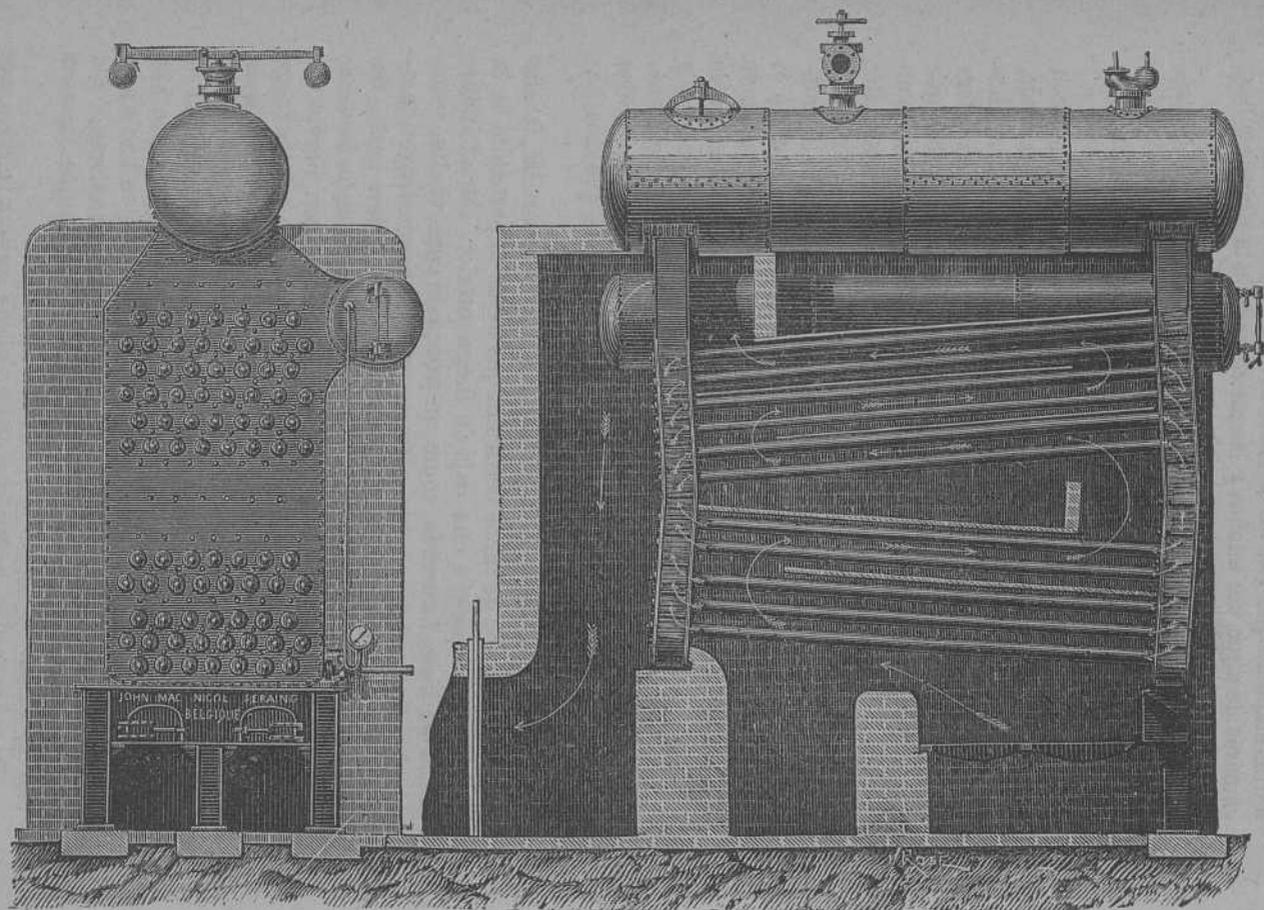


Figura 28

á diferencia de que los tubos encajan aquí en unos depósitos ó cámaras de agua tan anchos y largos como toda la série de tubos, pero de escaso espesor.

A cada tubo corresponde en la placa exterior de dichos depósitos un agujero circular, por donde pueden entrar ó salir los tubos, y limpiarse por consiguiente, facilitando esta disposición las reparaciones y conservación del aparato.

Estos agujeros se cierran sin el auxilio de mastic alguno, con tapones cónicos, que como tienen la parte angosta al exterior, ajustan tanto más cuanto mayor sea la presión de la caldera. Los depósitos aplanados arriba dichos forman un ángulo que determinan las dos direcciones convergentes en la série de tubos que constituyen el sistema; y por fin, estas cámaras se comunican en la parte superior con una caldera cilíndrica, á donde debe llegar el agua por igual motivo que digimos en el caso anterior. La rejilla puede disponerse tan amplia como se necesite y á la altura precisa; todo según el combustible que se emplee, incluso el estiércol, cuya potencia calorífica es suficiente para producir evaporación útil en estos aparatos. Las flechas grandes que se manifiestan en el grabado indican la dirección de los humos, y las pequeñas en los depósitos de los costados, la marcha del agua, que es muy rápida en esta clase de generadores, cuyas ventajas son muy parecidas á las del sistema de Naeyer, de que nos hemos ocupado recientemente.

Generador fumivoro de Sulzer.—Es una caldera vertical, formada por un grupo de tubos verticales que desde la parte alta de la caldera van á parar á una caja de fuego interior, estrechándose hácia su base, formando como un tronco de cono vuelto, remachado sobre un hogar interior. De este sistema se construyen también, con los tubos inclinados á 45°, cuando se quiere hacer *fumivoro* al hogar, es decir, cuando se desea *quemar bien los humos de la combustión*. Consiste este sistema en colocar con hervidores auxiliares, ó por cualquier otro medio, el cielo de la caja de fuego á 45° de inclinación con respecto á la rejilla, de modo que á la entrada del hogar resulte más altura que atrás; y así, cuando el fogonero echa carbon y deja hácia adelante mayor cantidad de combustible fresco, por decirlo así, los humos que produce han de encontrar la llama, que al efecto re vendrá también hácia adelante, ya por encontrar allí más amplitud para desarrollarse, ó por una disposición especial de los conductos de humo que forzasen tal dirección.

De todos modos, la fumivoridad no puede ser sino relativa, por

lo que conviene recomendar al fogonero siempre que lance las paladas de carbon bien adentro.

Volviendo á los generadores Sulzer, debemos hacer constar que cualquiera que sea la disposicion de sus tubos, el hogar se encuentra completamente rodeado de agua, y la llama producida en la rejilla se desarrolla en la caja de fuego, desde donde pasa á los tubos, que están rodeados hasta algo más arriba de su mitad. Despues los gases bajan á lo largo de las paredes exteriores del generador, y se dirigen á la chimenea, no sin calentar de paso en algunas instalaciones un depósito de agua para la alimentacion de la caldera, y así llega á escaparse con la temperatura necesaria á su salida y nada más. La particularidad notable de este tipo de generadores está en que la cámara donde se acumula el vapor se encuentra atravesada por los tubos que, llevando los gases todavía con bastante calor, *secan bien el elemento motriz*, como conviene, segun sabemos, para su buena aplicacion á las máquinas.

En este generador se ven realizadas muchas ventajas de las calderas de hogar interior, y además, la que acabamos de exponer últimamente, que no es despreciable, pues *secar y calentar* bien el vapor producido es hoy circunstancia muy recomendada en los generadores, tanto que por ello se exigen todos los dias modificaciones en los mejores tipos de calderas, por no reunir tales circunstancias.

Aparatos accesorios

Para facilitar la buena marcha de una caldera, evitar peligros, proporcionar vapor en buenas condiciones de trabajo, y sobre todo persiguiendo siempre la economía de carbon, se ensayan todos los dias multitud de aparatos (unas veces separados y otras anejos al generador), de que nos vamos á ocupar, siquiera sea de los tipos principales, ante la imposibilidad de hacerlo con todos, por ser muchísimos y escasas las dimensiones de la presente obra; pero con los que hemos de describir bastará para que el lector pueda apreciar cualquiera desconocido para él, ó nuevo que necesite estudiarle y dirigirle en sus funciones.

Alimentador automático y contador de agua.—Son muchos los aparatos de este género que se inventan con el doble carácter que indicamos en el encabezamiento de este capítulo, pero ninguno nos parece más á propósito para empezar el estudio de los *inyectores*, que tantos beneficios han reportado al empleo de las máquinas de vapor, que el debido al Sr. Ronfosse.

Tiene por objeto, como indica su nombre de alimentador automático y contador de agua, el facilitar á la caldera, segun lo vaya necesitando, el agua precisa á sus funciones, sin excesos in-

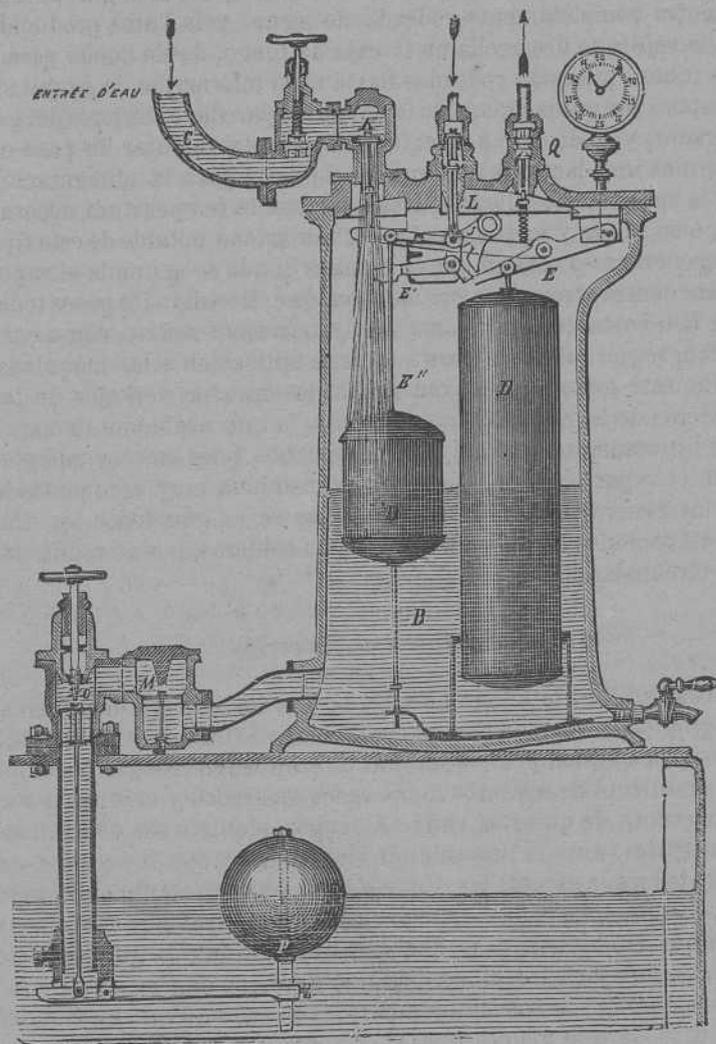


Figura 29

convenientes ni bajas peligrosas, y además lleva en sí el medio de calcular á toda hora el volúmen de agua que encierra la caldera. La figura 29 da una idea exacta de este aparato, que se com-

pone de un recipiente adicional á la caldera, con la que se comunica por un lado de su base para ceder el agua que recibe de un depósito colocado encima, del cual parte el tubo C.

Describamos el aparato en su manera de funcionar, que es el medio más fácil y seguro de comprender su mecanismo, que consiste en un juego de válvulas, movidas por tres flotadores que establecen comunicaciones entre el depósito del agua y el aparato, ó entre este y la caldera.

El agua del depósito, conducida por el tubo C, empuja la válvula K y cae al recipiente B, y al elevarse el agua, el pequeño flotador D' tambien se elevará, resbalando por la varilla E'', que sólo le sirve de guía en sus libres movimientos de sube y baja; cuando este flotador llega á la pieza E', la empuja y la eleva, desprendiendo la palanca E, que al elevarse empujada por el flotador D, sumergido totalmente en el agua, abre la válvula L, dando paso al vapor de la caldera en el recipiente B; establecida así esta comunicacion, el vapor actuará sobre el agua con la misma presion que tenga en el generador. Ahora bien; si desciende el agua en este por el consumo de la máquina, el tercer flotador P baja empujando la palanca, que abre la válvula O, y entonces el agua del recipiente, impulsada por la presion del vapor, en equilibrio con el de la caldera, es arrastrada al interior de esta, hasta que elevándose su nivel suficientemente, eleva tambien el flotador P y cierra la entrada del agua; entonces el flotador pequeño D' sigue de nuevo el movimiento de descenso del agua, y cuando el recipiente está casi vacío, se apoya en una tuerca que existe al final en la varilla E'', que le sirve de guía. Por su peso desengancha el gran flotador D que habia quedado suspendido en J, y al caer este cierra la válvula L y abre las K y Q; en cuyo caso el agua del depósito vuelve á llenar el recipiente, entrando por la primera válvula, y para facilitar esta entrada sale el vapor por la segunda válvula Q que quedó abierta. Esta válvula comunica con el depósito superior del agua, y así el vapor que por ella sale pasa á calentarla para los buenos efectos de la alimentacion.

Por medio de un cuadrante, á modo de esfera de reloj, que se ve en la figura encima del aparato, anuncia una especie de minutero las veces que el recipiente se llena, sin más que empujar la palanca E á una varilla que mueve un diente de una rueda dentada, y cuando dá la vuelta á la esfera, que suele ser de 50 divisiones, por una combinacion de engranaje semejante á los de un reloj, la otra manija avanza una division; de modo que colocando las dos agujas en el 0 ó el 50 (principio y fin de la numera-

cion en la esfera ó cuadrante), cuando se quiera consultar el aparato para apreciar con toda exactitud la cantidad de agua introducida en la caldera, no hay más que observar las divisiones que ha avanzado la manija corta, las cuales expresarán cada una el paso de 50 cavidades del aparato en cuestion, y las divisiones que señalen la aguja larga marcarán otras tantas veces el paso de dichas cavidades; por ejemplo, si la manija corta ocupa la 17 division y la larga la 35, indicará el paso de 17, multiplicados por 50, mas 35 veces la cavidad del aparato dentro de la caldera, ó sean 885 veces dicho aparato, que si comprende 6 litros de agua, resultará un total de 5.310 litros introducidos en el generador.

De este dato se pueden obtener otros muy importantes, cual es el gasto de combustible en un tiempo determinado para lograr una fuerza conocida. Así, volviendo al ejemplo anterior, supongamos que el trabajo ha sido de diez horas y la fuerza de 12 caballos; resultará que por caballo y por hora ha sido preciso gastar 44 litros de agua, y dividiendo tambien el número de kilógramos de carbon gastado por 10, y despues por 12, apreciaremos el número de kilógramos de combustible empleados para producir los 44 kilógramos de vapor por hora y por caballo; de modo que si se gastaron 720 kilógramos de carbon, resultarán 6 kilógramos por caballo y por hora, que evaporizarán los 44 kilógramos ó litros de agua, ó sea la produccion de igual cantidad en kilógramos de vapor como deciamos antes, resultando que por cada kilógramo de combustible se obtienen 7,3 de vapor; cifra bastante buena en la práctica, y que indica que el carbon es de los mejores que se conocen de Cardiff; en cambio la máquina que aplicase el vapor en el ejemplo propuesto no podia ser peor, pues doblaba el gasto de agua y combustible de cualquier máquina de las ordinarias que conocemos. Y de aquí venimos tambien en conocimiento, usando el aparato en cuestion, de cuál de los dos elementos que constituyen el propulsor de vapor es malo ante un gasto excesivo de carbon y agua, como en el caso presente, elegido á propósito, en que vemos que no es la caldera la mala, sino el motor, justificándose además la buena calidad del combustible. Estas ventajas son comunes por supuesto á la aplicacion de cualquier clase de contadores, con tal de que sus indicaciones sean tan precisas y exactas como en el descrito anteriormente.

Alimentador Coku.feld.—No necesita palancas ni flotador; puede aspirar el agua de un depósito más bajo que el aparato, no siendo preciso su situacion elevada como en el caso anterior, aunque seria preferible que se colocase encima del aparato; sin

ciado de romperse el aparato ó el tubo de comunicacion, evite el que se desocupe la caldera; de igual modo, cuando dos calderas están unidas, deben tener esta válvula de retencion en el tubo que las comuniquen; desde luego estas válvulas se abren de afuera á dentro, y segun la ley francesa para la reglamentacion de los generadores de vapor, está muy prevenido el empleo de estas válvulas, que en casos determinados pueden atenuar el grave conflicto de abrirse un boquete en el generador por donde salga un chorro de agua hirviendo que abraza á los operarios, ó inutilice los objetos ó estancias inmediatas, aparte del ruido espantoso que se produciria, llevando la alarma al taller, con las consecuencias naturales á tal suceso.

Volviendo á la descripcion del aparato que nos ocupa, deciamos que cuando la válvula de retencion se baja, establécese la comunicacion del tubo *e*, y por lo tanto, con el *c*, que se introduce en la caldera mucho más abajo que el nivel del agua en la misma. Desde el referido nivel parte otro tubo *V*, que asciende al compartimento *A*, y antes de encorvarse tiene una llave de paso que sirve para interrumpir á voluntad la marcha del aparato. Otro tubo *I*, que se observa á un lado de la figura, provisto de otra válvula de retencion *R*, que va sumergida en el depósito de agua de alimentacion, comunica con el compartimento *a*, por el tubo que se halla frente á la curvatura del primero; lleno de agua el aparato, lo mismo que la caldera hasta su nivel debido, todo él constituye un verdadero sifon, en que las dos ramas están sumergidas en la caldera, y el agua contenida en el mismo queda en perfecto equilibrio; pero en el momento en que se produzca vapor, descenderá el nivel de la caldera hasta descubrir el tubo *V*; en cuyo caso roto el equilibrio, la columna de agua encerrada en dicho tubo caerá por su propio peso en el generador. Entonces el vapor dejará sentir su presion en el compartimento *A*; pero como la forma de los tubos *e* y *f* no permite que el vapor penetre en *a*, ejercerá en *A* la misma presion que en la caldera; en cuyo caso el peso de la altura de agua desde el nivel de *A* hasta el nivel *V* hará descender la válvula *b*, abriendo la comunicacion para que pase el agua de este compartimento *A* á la caldera, por el tubo de inmersion *C*.

Entre tanto, el agua bajará asimismo por los dos sifones *e* y *f*, puesto que existe comunicacion entre *e* y *A* por la parte inferior, y entre *e* y *f* por el compartimento *a*; así, pues, cuando el nivel del agua este más bajo que el extremo inferior del tubo *f*, el vapor pasará por dicho tubo desde *A* á *a*, y por la accion natural de

la gravedad el agua del compartimiento superior pasará necesariamente al inferior; pero al verificarse esto ocurrirá una condensación del vapor, por dos razones: la primera, por su entrada en *a*, lugar más frío por hallarse antes lleno de agua, y además por el paso de esta al compartimiento inferior, donde también bajará la temperatura por igual motivo; esta condensación del vapor aspirará el agua del depósito por su tubo I, que comunica con el aparato, llenándose entonces el compartimento *a* de agua fría, mientras el compartimento A se llena también con la procedente del anterior. El juego de este aparato continuará hasta que se cubra el tubo V por la subida del nivel de agua en la caldera; entre tanto, los compartimentos se llenarán y vaciarán cuantas veces sea preciso, hasta el restablecimiento de aquel nivel, que, según sabemos, conviene mantenerlo constantemente á la misma altura.

Este aparato, como se ve, es automático, no necesitando para sus funciones mecanismo alguno, lo que le hace por tal circunstancia muy recomendable. Sin embargo, si se acumulase aire en el compartimiento superior, pudiera interrumpir la buena marcha del aparato, y para evitarlo lleva una válvula de escape de aire X que impide dicha acumulación. Asimismo si el depósito de agua se calentase ó le faltara este líquido en un momento dado, el vapor llegaría al compartimento *a*, y para señalar este grave accidente se funde la tapa de un tubito *y*, cubierto con una placa fusible á la temperatura del vapor, dándole salida y silvando con fuerza merced á un pito dispuesto en el interior del tubo referido.

Entre todas las ventajas de este aparato, es de las más importantes la de aspirar el agua de alimentación á 5 ó 6 metros de profundidad hallándose fría, y á 4 ó 5 con agua á 50°. Situando el depósito más alto que el aparato, puede alimentarse el generador con agua á 50°, que, como sabemos, ahorrará mucho combustible.

Injector Giffard. — Las calderas se han alimentado siempre con bombas aspirantes é impelentes, hasta hace algunos años que un maquinista inglés, llamado Giffard, inventó un medio de alimentar las calderas, empleando para ello su mismo vapor, y sin necesidad de bombas que para funcionar era preciso que se moviese la máquina.

Las bombas ofrecen algunos inconvenientes, como veremos después, al ocuparnos del manejo de las calderas; llegando á ocurrir con ellas verdaderos peligros, que para evitarlos obliga al maquinista la parada inmediata del motor; circunstancia por demás molesta tratándose de las locomotoras, donde ofrecería grandes inconvenientes á su servicio especial, por las paradas de los tre-

nes á cada momento que se alterase la maniobra de las bombas. El inyector que nos ocupa resolvió el problema de un modo admirable, y bien pronto se generalizó, instalándose dicho aparato á todas las locomotoras y muchas locomóviles. Veamos en lo que consiste este aparato, que dió una fortuna inmensa á su autor, con el privilegio exclusivo que obtuvo para autorizar su construcción. El principio científico en que se apoya este invento fué presentado por instinto práctico del maquinista Giffard, pero no supo explicarlo, y fué preciso que los hombres de ciencia vinieran en auxilio de aquel para fundar la teoría del nuevo aparato.

El objeto de este sistema, lo mismo que en las bombas, consiste en vencer con un chorro de agua la presión interior de la caldera; este chorro de agua ha de ser conducido por un tubo que se inserta en la caldera con una válvula inmediata á la misma; dicha válvula, que se abrirá de adentro afuera, es empujada por el chorro, introduciéndose en la caldera cuanta agua se quiera. Este efecto lo produce el inyector Giffard con la misma presión del vapor, lanzando la vena flúida con toda la velocidad de que es susceptible la referida presión.

Véase la figura 31: el tubo L comunica con la cámara de vapor de la caldera, teniendo una llave de paso R, por la que á voluntad del maquinista permite que actúe aquel en el aparato cuando se desea alimentar; en este caso pasa el vapor á un espacio hueco cilíndrico, cuya salida se abre más ó menos con un tapon que termina en punta cónica, llamado *lanza*, el cual se maniobra desde fuera con la manivela *m*. Es claro que si se abre paso al vapor, este llega con gran velocidad á los departamentos E y E', escapando por el tubo T' y produciendo una absorción extraordinaria por el tubo T, que comunica con el depósito de agua fría; agua que lanzada violentamente por el tubo I, abre una válvula, que se expresa perfectamente en la figura, vence la resistencia interior de la caldera, y se introduce en esta por el tubo L'. Los demás detalles del aparato se comprenden examinando bien la figura, donde se encuentran perfectamente expresados todos; así, la manija *n* sirve para ajustar más ó menos la cavidad cilíndrica que da entrada al vapor en aparato, cuyo ajuste lo regulará la buena experiencia del maquinista; el departamento E', donde llega el vapor mezclado con el agua, tiene dos miradores O, cubiertos con cristales, por donde pasa la luz y puede observarse la buena marcha del aparato; y el tornillo S sirve para levantar la tapa que sujeta, registrando la válvula que da paso al agua dentro de la caldera.

Este inyector se pone en marcha abriendo la llave R, que siempre deberá estar cerrada, hasta el momento preciso de funcionar

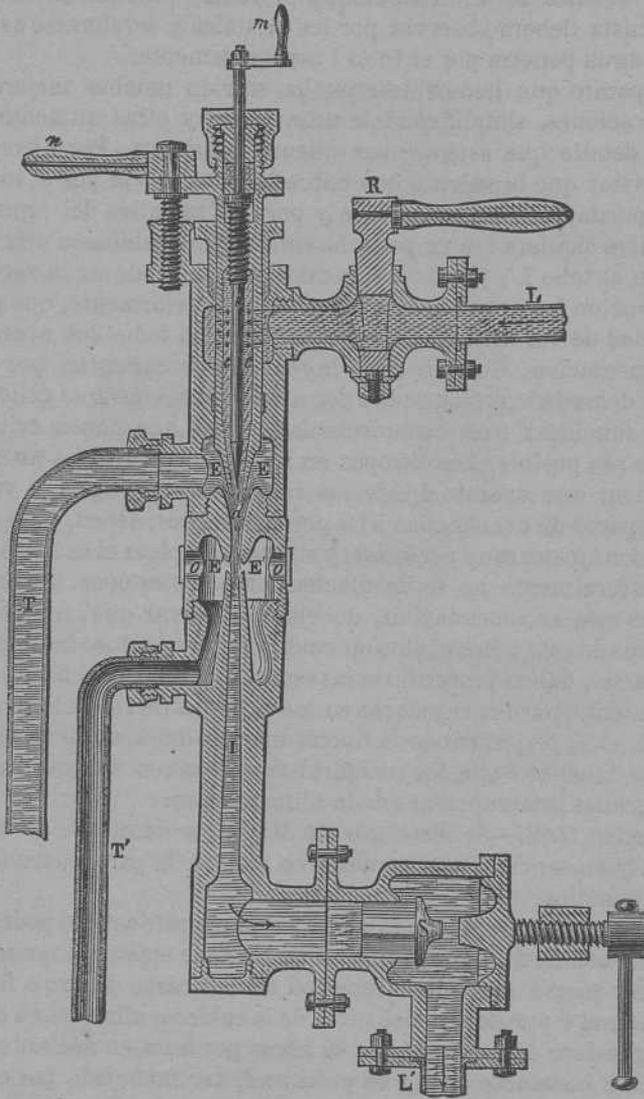


Figura 31

el aparato, pues es mala costumbre de algunos maquinistas el tenerla abierta, encomendando á la *lanza* el cierre del mismo; des-

pues se eleva la lanza dando vuelta al pequeño manubrio *m*, y por el ruido especial que se produce, se comprende en seguida que se verifica la alimentacion; y si no hay práctica en ello, el maquinista deberá observar por los cristales y cerciorarse así de que el agua penetra por el tubo I constantemente.

El aparato que hemos descrito ha sufrido muchas mejoras y modificaciones, simplificándole unas veces y otras aumentando algun detalle que asegure sus buenas funciones. Por ejemplo, para evitar que la válvula que cubre la tapa, sujeta por el tornillo S, pueda quedar mal cerrada y permita la salida del agua de la caldera siquiera sea en pequeña cantidad, se establece otra válvula en el tubo L', próxima á la caldera, que puede ser la válvula de retencion á que nos hemos referido ya anteriormente, que para seguridad de las mismas debe implantarse en todos los aparatos de alimentacion. Cuando estos inyectores se calientan por una accion demasiado prolongada ó por alimentarse con agua caliente, suelen funcionar mal; circunstancias ambas que deben evitarse cuanto sea posible. Las estopas en los cierres y ajustes no convienen en este aparato donde las velocidades del agua y vapor son capaces de arrastrarlas á los pocos instantes; deben, pues, hacerse con ajustes muy perfectos, y si acaso, emplear el caoutchouc, que naturalmente no se desfilacha como las estopas. Afirmando más esta recomendacion, debemos observar que, no sólo en aparatos de este género, sino en cualquier otro incluso las bombas ordinarias, deben proscribirse las estopas, que desfilachadas por el movimiento, pueden enredarse en las válvulas de retencion, aspiracion, etc., perjudicando la buena marcha del aparato en términos que muchas veces los maquinistas no saben en qué consisten algunas interrupciones de la alimentacion.

Injector Hall.—Se distingue de todos los demás de su clase por la gran sencillez que encierra en sí, con la particularidad de ser automático.

Las ventajas que señala el autor á este aparato son: el poder alimentar con agua á 40° centígrados; no estar sujeto á averías por no tener piezas movibles; facultad de colocarse dentro ó fuera, por encima ó por debajo del nivel de la caldera; alimentar á cualquier presion; inyectar desde 40 litros por hora en adelante y á voluntad; instalarse con gran prontitud; ser manejado por el fogonero más inexperto, y su extrema baratura, inferior á todos los aparatos congéneres ó de igual aplicacion.

El grabado figura 32 da una idea exacta del inyector que nos ocupa, tal como los construye el fabricante, habiéndolos de va-

rios modelos para poder alimentar desde 85 litros por hora hasta 80.000 aplicándose con igual éxito á las calderas fijas ó á las bombas de incendios, pudiendo elevar el líquido, cualquiera que

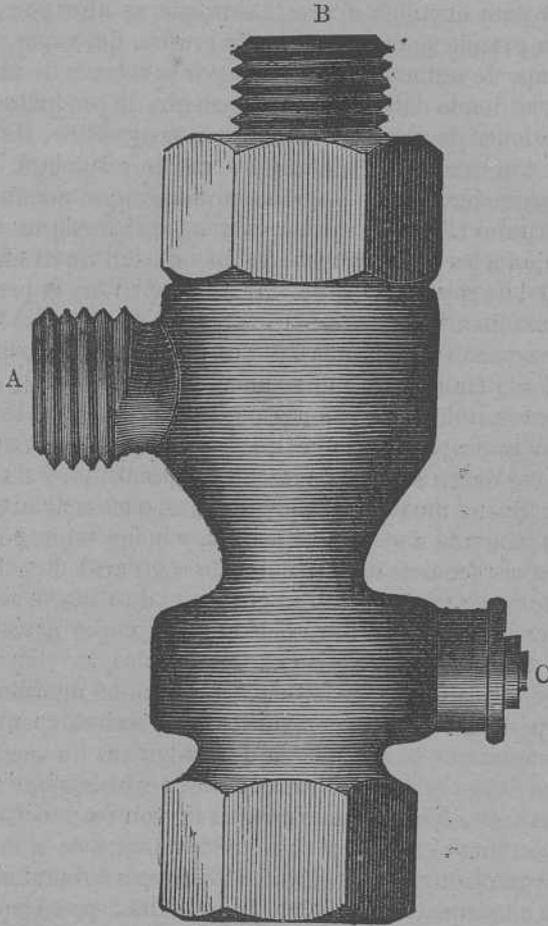


Figura 32

sea, á 3 piés ingleses por cada libra inglesa de presión que tenga el vapor. El tubo de alimentación de la caldera se ajusta á la rosca A, debiendo tener su válvula de retención inmediata, como á 4 ó 5 decímetros de distancia. El tubo del vapor se ajusta á la rosca B, procurando que llegue bien seco, y estableciéndose una llave de rosca, quedando el aparato dentro del agua ó muy cerca

de ella; en cuyo caso nunca debe bajarse más de 3 metros de su nivel, y hasta no conviene llegar á este límite.

Se pone en marcha el aparato destornillando la tuerca reguladora, dándola dos ó tres vueltas; ábrese paulatinamente la llave del vapor para expulsar el aire, hasta que se abre por completo. La tuerca grande se regula segun la presión del vapor, cortándose el escape de agua que se verifica por la válvula de aire C. Para las fábricas donde deben hacerse trasiegos de productos químicos bajo presiones de gases ó vapores, construye el Sr. Hall de estos aparatos con materiales inatacables, segun convenga.

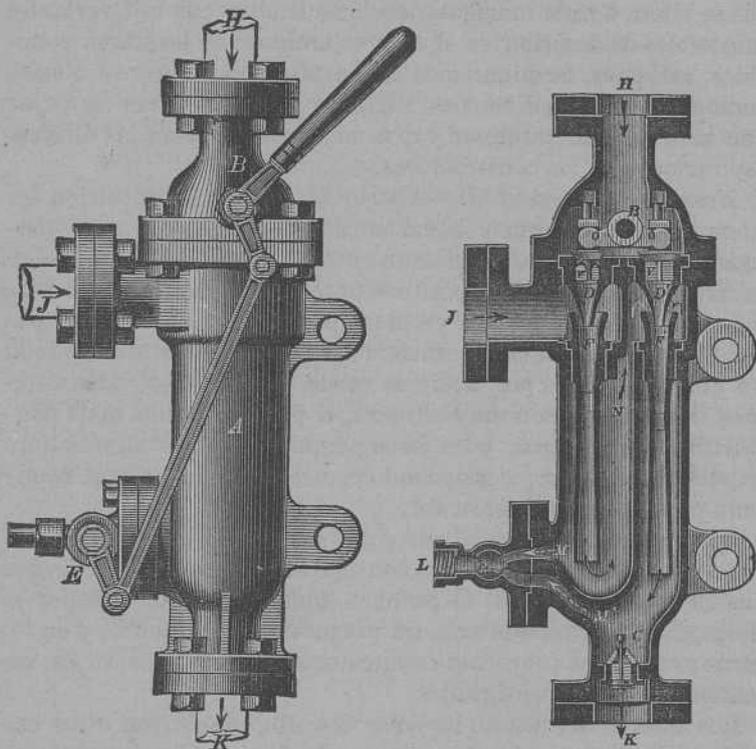
El Sr. Alcover, en su *Maquinaria moderna*, se conduce de que el constructor referido venda tales aparatos segun expresa el grabado, sin las llaves anejas, tubos de enchufe ni nada, en fin, accesorio; de modo que al aplicar este inyector, es preciso construir todo ello en talleres particulares, que en ciertas localidades resulta oneroso en extremo; así, pues, merecería la pena facilitarse el Sr. Hall, para que su aparato resultara tan económico como parece indicar en sus prospectos.

Por último, este aparato es preciso manejarle con tino, regulando bien las llaves para que marche con precisión, y si se observan defectos en su modo de alimentarlo, es necesario asesorarse de que está montado con toda exactitud, y luego tantear la abertura de sus llaves hasta el logro de toda la regularidad posible.

Inyector universal Koerting.—Como el de Giffard, se funda en la absorción producida por un chorro de vapor á través de una serie de tubos.

Véanse las figuras 33 y 34: en la primera se representa el aparato corpóreo tal cual es, con sus llaves al exterior, encerrando el doble sistema que le constituye, y la segunda un corte longitudinal que deja ver su interior, con el mecanismo que le constituye. Como se ve, está formado por dos inyectores sencillos, apareados, segun hemos dicho, y combinados dentro de la envoltura A, de modo que la cámara de presión N del uno comunica con la cámara de condensación del otro. Por el tubo J penetra el agua del depósito, atraída por el primer inyector F, que la arroja al segundo F', el cual obliga al agua á entrar en la caldera por la salida inferior K, haciendo descender la válvula C; la entrada del vapor se verifica por H, merced á la llave B, que lleva su manija al exterior, como indica la figura 33, y en la 34 se expresan las válvulas V y V', y las entradas D y D', con sus angosturas correspondientes que aumentan las velocidades del vapor para el mejor efecto de los inyectores. Observando las flechas que indican la

marcha del aparato, y estudiando bien la última figura, se comprende que la salida del vapor se efectúa por L, regulándola una llave E que, como se indica en la figura 33, sus movimientos dependen de la manija B, mediante un juego de palancas con su biela; de modo que cuando se abre la entrada de los inyectores en B, se abre la salida L, como debe ser para cerciorarse de las



Figuras 33 y 34

buenas funciones de estos aparatos; así que primeramente se actúa con lentitud sobre la manija B, y entra el vapor, iniciándose la corriente, revuelto con el agua que sale por L, iniciándose de este modo la marcha del aparato; pero se continúa abriendo la entrada del vapor por H hasta cerrar la llave E, en cuyo momento la fuerza de dicha corriente, aventajada por la velocidad inicial, empuja la válvula C y principia la alimentación. Cuando se quiera cesar es claro que basta mover la manija B en sentido contra-

rio. Siempre que el depósito esté más alto que el inyector, será preciso establecer una llave de paso en la entrada J del agua, que se abrirá cuando se quiera alimentar.

Las ventajas de este inyector consisten en su facultad de poder alimentar con agua aun á 70° centígrados, y aspirarla hasta 8 metros cuando se instala el aparato en condiciones determinadas.

Esta série interminable de aparatos accesorios á los generadores se altera á cada momento, enriqueciéndose con mil variantes imposibles de describir en el más voluminoso de los libros conocidos; así, pues, terminaremos este capítulo con algunas observaciones acerca de diversos accesorios de las calderas de vapor que más puedan interesar y que mejor caracterizan las últimas aspiraciones de los constructores.

Economía de combustible.—Aparte de la buena disposición del hogar y de la superficie de caldeo, debe procurarse, como sabemos, que el agua de alimentación entre lo más caliente posible en la caldera, y al efecto el depósito se procura templar con el sobrante del vapor que ha trabajado en la máquina; unas veces se hace pasar dicho vapor por la superficie del agua, y otras atravesándola, ya directamente, ó por medio de tubos. Sin embargo, estos sistemas naturales no son muy eficaces, el primero por la mala conductibilidad del agua, y los otros porque contienen algo la libre expulsión del vapor, ocasionando contrapresiones de mal resultado para la marcha del motor.

Hay un aparato especial que sirve muy bien para el objeto, debido al constructor Vivet, que consiste en una especie de caja con cuatro compartimentos, el primero donde al llegar el vapor se despoja de la grasa que arrastra procedente del cilindro, y en los otros el vapor es proyectado contra el agua repetidas veces, calentándola á 100° centígrados.

Los autores del último inyector descrito construyen otros calentadores de agua, fundándose en el principio de la condensación del vapor por grandes superficies envueltas con el agua del depósito.

Otros, pensando en lo conveniente que sería ocupar aquella ventaja con la purificación de ciertas aguas que teniendo sales disueltas producen incrustaciones en las calderas, de tan fatales resultados, han ideado diversos aparatos, entre los que se distingue el debido al Sr. Strong; dicho señor, habiendo experimentado que cuando se calientan aguas impuras á 120° precipitan las sales que llevan en combinación, empieza por aprovechar el vapor de escape para calentar un depósito especial del agua á 95 ó 100° de

temperatura. En seguida se segrega de la caldera un serpeñtin que da 10 ó 12 vueltas dentro del depósito, el cual, cargado de vapor en circulacion continúa, llega á calentar el agua á los 120° que se necesitan para purificarse.

El aparato ofrece alguna complicacion; tiene la forma cilíndrica, y está en posicion vertical; por debajo llega el vapor de escape, y sube por multitud de tubos, unos dentro de otros, aprovechando el hueco anular entre ambos para descender por el interior, marchando tambien por debajo; de este modo se consigue una gran extension de caldeoamiento; encima va el serpeñtin, y más arriba se encuentra un filtro de carbon, llegando el agua purificada á una cúpula en que remata el aparato, y desde la que pasa á la caldera para su alimentacion.

Todavía hay otros procedimientos de calentar el agua, que consisten en utilizar el calor de los humos que se escapan por la chimenea. Al efecto se hace pasar el agua por unos tubos que envuelven los humos al introducirse en la chimenea. Uno de estos aparatos, que más llamaron la atencion en el certámen universal de Viena, celebrado en 1874, es el debido al Sr. Green, cuya figura se representa en perspectiva en el grabado núm. 35.

La sola inspeccion de la figura basta para comprender el aparato: por la parte inferior entra el agua y circula por todos los tubos verticales, saliendo por un tubo superior, extraida bajo la accion del sistema de alimentacion que se adopte.

Este aparato, como todos los de su clase, tiene el inconveniente del mucho hollin que se deposita sobre los tubos al estar envueltos por los humos del hogar; materia mal conductora del calor que evita la calefaccion deseada. Sin embargo, esta dificultad fué vencida por el inventor mediante el empleo de unos rascadores que se expresan en el dibujo, los cuales suben y bajan á lo largo de los tubos por medio de un torno dispuesto en la parte superior, como indica el grabado. Los rascadores pueden estar movidos con toda regularidad por la misma máquina de vapor en que se emplee la caldera, bastando para ello colocar una correa desde la trasmision á la polea que lleva arriba el aparato.

Los resultados obtenidos con este sistema fueron por demás satisfactorios, pues el agua llegó á calentarse hasta 150°, lo que, segun los inventores, produce una economía de combustible que puede apreciarse en un 20 á 25 por 100. Hay algunos detalles en este aparato que omitimos su descripcion por la claridad con que se expresan en la figura, y únicamente diremos, para terminar, que su limpieza interior se ejecuta muy bien, dado que

todos los tubos tienen arriba sus tapas ajustadas á tornillo, que se pueden quitar y poner con toda brevedad.

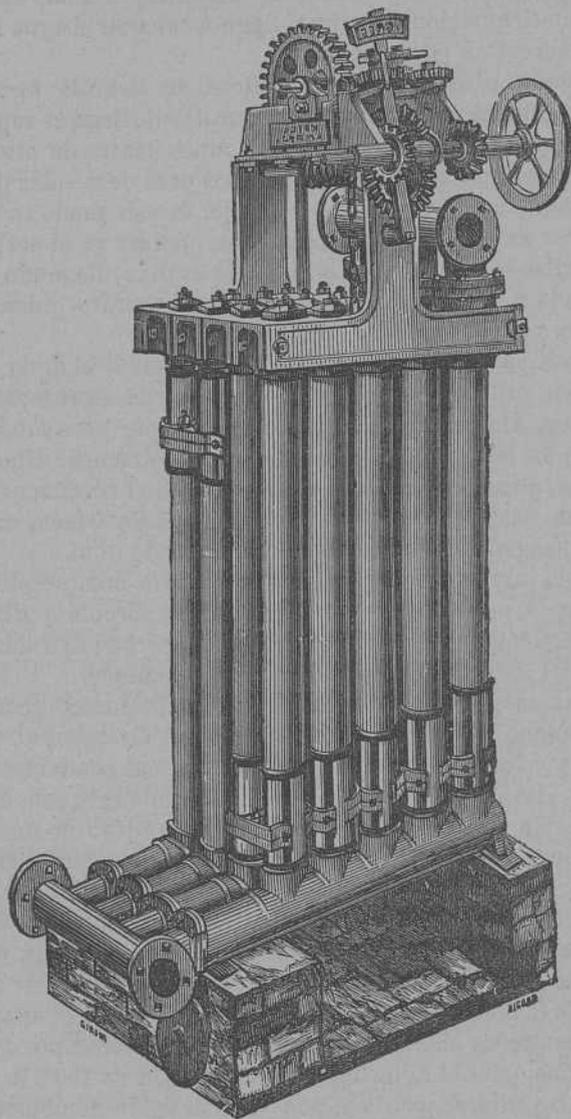


Figura 35

Estudio económico de los generadores.—De excepcional importancia es este capítulo, que recomendamos muy de veras á cuan-

tos tengan necesidad de elegir un generador, que, como sabemos, lo principal es el estudio económico de sus cualidades bajo el punto de vista de la industria, pues su gasto de combustible, que viene á recaer sobre la producción, es, á no dudarlo, lo que realmente debe interesar al fabricante.

El llamado á buscar el factor económico de un generador, debe saber que un kilogramo de hulla de buena calidad produce teóricamente 7.500 *calorías*, y que para producir un kilogramo de vapor se necesitan 650 de estas unidades caloríficas, cuya naturaleza no nos importa conocer; de modo que, en resúmen, teóricamente un kilogramo de carbon mineral debe producir 11,50 kilogramos de vapor, ó sea el número de veces que las 650 calorías están comprendidas en las 7.500.

Pues bien; partiendo de esta base, no todo el calor que ocasiona el combustible sobre la rejilla del hogar lo utiliza el agua de la caldera, pues una parte se va con los humos para producir el tiro necesario de la chimenea, otra se desperdicia al calentar la fábrica en que está empotrado el generador, y además, otra (que es la más sensible) se pierde por la mala disposición de la caldera; resultando de todo esto que existen generadores donde por kilogramo de hulla sólo se evaporan de 5 á 6 kilogramos de agua, ó sea de vapor obtenido; por consiguiente, los constructores tienden á lograr una producción de vapor que se aproxime al ideal teórico, llegando á 9 kilogramos de vapor por kilogramo de hulla; cifra bastante aceptable, pues para el tiro de la chimenea se pierde de un 20 á 25 por 100 del calor desarrollado por el combustible, aun en los hogares mejor dispuestos.

El medio práctico de averiguar el valor económico de un generador es muy sencillo: supongamos, en primer lugar, que la caldera y la máquina están funcionando, y que se quiere efectuar la operación sin interrumpir la marcha; ante todo debe señalarse en el tubo de nivel la altura del agua, hallándose el hogar en plena actividad; en seguida se pesa el carbon que ha de gastarse desde aquel momento, y por medio de un contador se cuentan las emboladas que se verifican en la bomba de alimentación cuando produzca efecto útil, y mejor seria calcular el agua del depósito exactamente. A las cuatro ó seis horas por lo menos se da por terminado el ensayo, cuidando de que en el momento mismo de cesar el nivel del agua esté á la misma altura que al principio, y sean, por ejemplo, 2.784 litros, ó lo que es igual, kilogramos de agua los introducidos en la caldera, que se apreciarán por lo que pueda haber disminuido el depósito, ó por las emboladas de la

bomba de alimentacion, y 348 los kilogramos de carbon gastados en el hogar; y es lógico que, dividiendo la primera cantidad por la segunda, se consigue la cifra que se busca, que en este caso particular es 8; número que revelaria excelentes condiciones en la caldera ensayada, pues por cada kilogramo de hulla quemada habrá producido 8 kilogramos de vapor.

De igual modo se puede apreciar el verdadero valor económico de varios carbones de diferentes precios y de diversas potencias caloríficas, comparando los resultados obtenidos con los carbones de venta en una plaza determinada.

A este propósito, y como ejemplo práctico, transcribimos un artículo nuestro, publicado en un periódico profesional, sobre ensayos verificados en Burdeos con tal objeto.

No basta saber, por ejemplo, que los carbones ingleses en Burdeos cuestan, según su procedencia:

| | | |
|---------------------------------------|----|----------------------|
| Los de Liverpool..... | 26 | pesetas la tonelada. |
| Los de Newcastle..... | 29 | — |
| Los de Cardiff..... | 30 | — |
| Y el cok, á 6 por 100 de humedad | 28 | — |

para justipreciar su valor, puesto que cada combustible tiene distinta potencia *evaporante*, que es el fin á que se les destina en los generadores de las máquinas de vapor.

Meditando en esto el director de la Sociedad de propietarios de calderas de vapor, establecida en aquella ciudad francesa, acaba de hacer una série de experiencias con los carbones procedentes de Inglaterra, bajo la base de los precios citados, á fin de determinar el valor industrial de cada uno de ellos.

Al efecto empleó un generador cualquiera, siendo elegido uno de dos hervidores, cuya superficie de caldeamiento, ó sea la expuesta á la accion del fuego y de los humos, era de 37 metros cuadrados con 86 centésimas, y la rejilla del hogar de un metro con 30 centésimas. Desde luego los conductos del humo estaban dispuestos de modo que se utilizaba lo más posible el calor, haciendo que estos humos recorran, como en todas las calderas, diferentes conductos á su alrededor antes de llegar á la chimenea, donde el resultado de la combustion debe quedar á una temperatura lo suficientemente baja para que verifique el tiro y nada más.

Las experiencias duraron cinco dias, para dar á tiempo á que entre los cuatro ensayos mediara el espacio necesario, á fin de que el calor acumulado en los muros donde estaba empotrada la caldera no influyese en los resultados de cada ensayo. En el labora-

torio de la Sociedad se determinó previamente la cantidad de cenizas y de humedad que correspondía á cada clase de carbon.

Por fin se pesaron los combustibles y fueron ensayados sucesivamente en la caldera, midiendo la produccion del vapor por la cantidad de agua que se introdujo en ella de primera vez y en el curso de la alimentacion, siempre á la temperatura de 0°.

Hé aqui los resultados:

Para evaporar cada 1.000 kilógramos de agua, se gastaban:

| | | |
|-------------------------------------|-------|----------|
| Empleando carbon de Cardiff..... | 3.838 | pesetas. |
| Empleando carbon de Liverpool..... | 3.876 | — |
| Empleando carbon de cok. | 5.059 | — |
| Empleando carbon de Newcastle. | 5.261 | — |

Produccion de vapor por kilógramo de combustible:

| | |
|----------------|-------|
| Cardiff..... | 7.816 |
| Newcastle..... | 5.507 |
| Liverpool..... | 5.324 |
| Cok..... | 5.324 |

Por lo tanto, en vista de estos datos, se deduce que para la produccion de vapor en Burdeos, debe pagarse estando el Cardiff á 30 pesetas:

El cok, á 20 pesetas 37 céntimos, y no á 28 pesetas la tonelada.

El carbon de Liverpool, á 20 pesetas 40 céntimos, y no á 26 pesetas la tonelada.

El carbon de Newcastle, á 21 pesetas 42 céntimos, y no á 29 pesetas la tonelada.

Despues de dichos ensayos, el gremio de fabricantes conoce con seguridad cuál es el precio á que debe pagar el combustible en sus diversas clases para obtener iguales resultados.

Convendria muy mucho que en Madrid y en las primeras poblaciones de España se hiciesen iguales experiencias para saber á qué atenerse en tan importante asunto; pero desde luego, sobre la base de los ensayos realizados en Burdeos, los fabricantes españoles pueden hacer su composicion de lugar respecto á los carbones ingleses, y siempre que tengan seguridad absoluta de la procedencia de los combustibles.

Pero donde no empleen aquellos carbones, es preciso repetir los ensayos verificados en Burdeos con toda escrupulosidad, empleando un generador bien dispuesto y sin olvidar las prescripciones arriba dichas. Mucho tememos que la proverbial apatia de nuestro carácter sea causa de que no se adopte en tal sentido una re-

solucion que bien merecia la pena, tratándose de economizar 6 ú 8 pesetas por tonelada en la costa y bastante más en el interior de España.

El procedimiento explicado para apreciar las condiciones económicas de un generador está sujeto á errores, pues no en todos estos aparatos se produce igualmente seco el vapor, arrastrando agua en algunos hasta una tercera parte del peso del vapor; de modo que una mala cualidad de la caldera podia ser causa de un mejor resultado aparente; por consiguiente, es preciso asesorarse de que el vapor llega relativamente seco á la caja de distribucion. Otro error en estos ensayos resulta casi siempre cuando se aprecia el agua introducida por las emboladas de la bomba de alimentacion, en donde suele haber escapes de agua, ó pasarse alguna de aquellos, marchando en seco; por todo lo cual lo mejor es el empleo de aparatos contadores de alimentacion, que hemos descrito anteriormente, y que, como sabemos, dan resultados seguros sobre la cantidad de agua que introducen en el generador. Pero de todos modos, este último error se corrige, segun dijimos, calculando bien el agua que ha debido introducirse por la que falte de un depósito conocido de antemano.

Las buenas condiciones generales que debe satisfacer una caldera para producir vapor, son:

1.º Un hogar bien dispuesto, donde se queme perfectamente el combustible, y en que todo el calórico que produzca se aproveche en calentar el agua del generador de modo que no haya pérdidas por calentar macizos de fábrica. Por lo tanto, los generadores de hogar interior son los más favorecidos por este concepto.

2.º Deben tener las calderas un gran desarrollo de superficie de caldeo, de modo que se utilice todo el calor del hogar, estableciéndose en la caldera una circulacion rápida por toda la masa de agua, en beneficio de un calentamiento homogéneo y de una buena produccion de vapor, siempre á igual temperatura y seco relativamente. Así, pues, conviene que la masa de agua sea la mayor posible, dentro de los límites debidos, y la cámara de vapor asimismo debe seguir igual tendencia de amplitud.

Y 3.º Un buen generador debe estar dispuesto para limpiarse con toda facilidad, y de modo que el operador se asesore del buen resultado obtenido en esta operacion, es decir, que todo su interior pueda ser registrado con la escrupulosidad deseada, á fin de evitar las incrustaciones, que tanto daño hacen á estos aparatos.

Esta condicion, sobre todo, no pueden atenderla los constructores como quisieran, por oponerse á ello la tendencia económi-

ca de la producción del vapor, que exige las complicaciones tubulares en beneficio del aprovechamiento del calórico.

Por último, á fin de reconocer bien un generador, sin que se olvide nada de lo que deba interesar para su seguridad, hé aquí una lista de los defectos é irregularidades que pueda tener en sí mismo ó en los diversos aparatos accesorios que le son indispensables á su buena marcha:

Manómetros inexactos.

Manómetros mal dispuestos.

Manómetros en mal estado.

Manómetros sin tubo intermedio de ajuste en la caldera.

Manómetros con los tubos obstruidos.

Manómetros con las llaves de paso sin poder funcionar ó rotas.

Manómetros con el tubo de ajuste de la caldera obstruido.

Manómetros sin estar indicada la presión máxima en el sello de comprobación.

Manómetros graduados en atmósferas, y no en kilogramos, como exige la ley francesa.

Manómetros teniendo el tubo de ajuste del manómetro de prueba demasiado suelto ú oprimido.

Tubos indicadores de nivel que no funcionan.

Tubos de cristal rotos.

Tubos mal dispuestos.

Tubos mal conservados, en mal estado ó con fugas.

Tubos sin señal bien visible que indique el nivel normal.

Calderas sin tubo de nivel.

Flotadores entorpecidos que funcionen mal, ó que se hallen completamente inutilizados.

Flotadores en mal estado, mal conservados ó con fugas.

Flotadores mal arreglados ó mal dispuestos.

Silbatos funcionando mal, ó sin funcionar, en mal estado ó que hagan poco ruido.

Llaves de prueba en mal estado ó que funcionen mal.

Calderas que no tengan más que un aparato indicador de nivel.

Calderas que no tienen aparato de retención (1).

Llaves de desagüe mal dispuestas.

Válvulas acopladas.

Válvulas sobrecargadas.

(1) La ley francesa previene que entre la bomba de alimentación y la caldera, en el mismo tubo de entrada del agua, se debe colocar una válvula que, en el caso desgraciado de romperse el tubo referido, evite el que se desocupe la caldera; como también, si existen dos calderas unidas, deben tener esta válvula de retención en el tubo que las comunica.

Válvulas en mal estado.
Válvulas con pequeñas fugas.
Válvulas con grandes fugas.
Fábrica para empotramiento de la caldera en mal estado.
Placas frontales y guarniciones de sujecion de la fábrica en mal estado.
Entradas del aire por las placas frontales y guarniciones.
Fuegos mal conducidos.
Fuegos demasiado espesos, desiguales ó muy violentos.
Rejillas mal dispuestas.
Registros de la chimenea cuya maniobra no está al alcance del fogonero.
Chapas con hojas.
Abolladuras con hojas.
Abolladuras simples.
Fugas en las juntas de las chapas.
Fugas en las uniones de los tubos con las placas tubulares.
Fugas en el agujero de hombre.
Fugas en los redoblones.
Fugas en las juntas de los apoyos.
Piezas mal colocadas.
Grietas y roturas.
Cabezas de redoblones rotas ó enmohecidas.
Enmohecimientos.
Hogares en mal estado.
Guarnecidos de los conductos de humo en mal estado y derruidos.
Comunicaciones indebidas entre los conductos de humos.
Conductos de humos mal dispuestos.
Conductos inaccesibles á la inspeccion y limpieza.
Barras de las rejillas quemadas ó en mal estado.
Soportes que no sientan bien.
Soportes en mal estado.
Soportes insuficientes.
Soportes mal colocados.
Poca limpieza en el interior de la caldera.
Poca limpieza al exterior de la misma.
Poca limpieza en los conductos de humos.
Grandes incrustaciones.
Tubos de alimentacion obstruidos por las incrustaciones.
Tubos de evacuacion mal dispuestos.

Muchas de estas prescripciones están vigentes en Francia por el decreto del 30 de Abril de 1880, y que por hallarse en armonía con los últimos adelantos sobre generadores de vapor, constituyen, por decirlo así, el método más racional para su exámen.

Datos prácticos sobre la instalacion de generadores de vapor

En la imposibilidad de calcular aquí los valores exactos de ciertas dimensiones referentes á las calderas de vapor, vamos á recopilar algunos datos y fórmulas empíricas que en la práctica ofrecen mejores resultados todavía que los obtenidos por el análisis matemático más riguroso, en los casos en que este pueda verificarse.

Para la mayor parte de los generadores fijos se considera que la produccion de vapor por metro cuadrado de superficie de caldeo es de 15, 20 y 30 kilogramos por hora, segun que el fuego del hogar sea lento, vivo ó muy activo respectivamente.

En las locomotoras, y en general en las calderas de marcha forzada, esta produccion por metro cuadrado de caldeo se eleva á 40 ó 50 kilogramos por hora.

Si por cada kilogramo de hulla se considera una produccion de 5 á 9 kilogramos de vapor, segun las condiciones del generador, cuando se emplea leña ó carbon dicha cifra está comprendida entre límites más pequeños, 2,5 kilogramos á 4,5 kilogramos.

La combustion por metro cuadrado de rejilla y por hora no puede exceder: para la hulla, de 60 á 85 kilogramos; para la leña, de 100 á 160; para la madera seca ó la turba, de 160 á 180; de donde resulta que, con un consumo de 60 kilogramos de hulla por metro cuadrado de rejilla, empleando un sistema de generador capaz de producir 7 kilogramos de vapor por kilogramo de hulla y por hora, y si se admite además que la evaporizacion V deba ser de 20 kilogramos de vapor por metro cuadrado de superficie de la rejilla s en funcion de la de caldeo S , será expresada por la fórmula:

$$s = \frac{V}{7 \times 60} = \frac{20 S}{420} = \frac{S}{21}$$

Como dato práctico se multiplica la superficie de caldeamiento del generador por una fraccion que varíe de 0,027 á 0,035, y el número que resulte será la superficie de la rejilla que se deba establecer para quemar hulla de mejor ó peor calidad respectivamente.

Ahora bien; la cantidad de vapor necesaria que ha de producir

la caldera para la fuerza de cada clase de máquina puede deducirse de la tabla siguiente:

| | MÁQUINA | | |
|---|-----------------------------|---------------------------|----------------------|
| | Sistema Corliss ó Sulzer | De expansion ordinaria | A plena presion |
| Peso de vapor necesario por hora y por caballo efectivo..... | 11 kilóg. | 18 kilóg. | 30 kilóg. |
| Superficie de rejilla por caballo efectivo..... | 0,80 m. ² | 1,80 m. ² | 3,20 m. ² |

La ley prusiana aplica en la reglamentacion de los generadores de vapor la siguiente fórmula para comprobar el espesor de las calderas:

$$e = 1,54 \times n \times D + 2,6,$$

en la que e es el espesor que debe tener la caldera en milímetros; n es el valor en kilogramos de la presion que deba soportar el generador por centímetro cuadrado; cifra que, segun la ley francesa, debe expresarse en el timbre ó sello que ha de llevar toda caldera de vapor; y D es el diámetro medio de esta, expresado en metros.

Resolvamos un ejemplo: sea una caldera de 0,85 metros de diámetro, que ha de trabajar á 10 atmósferas; lo que significa á una presion de 1.033 kilogramos por centímetro cuadrado y por atmósfera, ó sea 9.297 kilogramos para las 9 atmósferas que en realidad ha de soportar.

Aplicando la fórmula, tendremos para el espesor pedido en milímetros

$$1,54 \times 9,3 \times 0,85 + 2,6;$$

ó sean 14,7, y para las chapas de los hogares interiores se tomará vez y media esta dimension, por la mayor cantidad de fuego que ha de soportar, debilitándolas más con el uso. Sin embargo, esta dimension, que llegaria á 22,05 milímetros, puede ser algo exagerada, y lo mejor seria aplicar la fórmula indicada para el caso, que es:

$$1,8 \times n \times D + 4;$$

la cual daria 16,23 milímetros para el ejemplo propuesto.

MÁQUINAS DE VAPOR

Desde que el insigne Watt dió al mundo su célebre máquina de vapor, que, según sabemos, en 1800 precisamente fué del dominio público por cesar todos los privilegios de que fué objeto aquel prodigio de la invención humana, no cesan los constructores é ingenieros de añadir con creciente éxito nuevas modificaciones al primitivo artefacto destinado á utilizar la fuerza expansiva del vapor.

Máquinas Woolf.—En 1804 un constructor inglés, llamado Woolf, dispuso dos cilindros para cada máquina, uno pequeño donde actuaba el vapor que directamente procedía de la caldera, y otro grande en el que trabajaba el mismo vapor, obrando por expansión, utilizándose así, por separado, los dos efectos que descubrió y aplicó ya Watt en la máquina de su invención, que, como sabemos, tenía un solo cilindro, aprovechando en él la acción directa del vapor al principio de la carrera del émbolo, y después, cerrando la entrada de aquel, dejar que obre él mismo, á fin de que su expansión termine la carrera de dicho émbolo.

Este primer adelanto fué origen de todo un sistema de máquinas, conocidas hoy con el sobrenombre de máquinas *Compound*, palabra inglesa que quiere decir *compuesta*; pero no adelantemos el estudio ordenado que nos proponemos hacer de los principales tipos de las máquinas de vapor.

Las máquinas Woolf permiten realizar al vapor grandes expansiones, en beneficio de la fuerza útil que de él puede obtenerse empleando mecanismos de distribución ordinarios y sencillos. Bajo el punto de vista de economía para el combustible, rivalizan estas máquinas con todas las de un cilindro.

Las pérdidas por condensación del vapor durante su trabajo en dichas máquinas son mucho menores que en las demás, por dos razones: la primera, á causa de no comprimirse el vapor en un solo recipiente, y la segunda, á que obrando simultáneamente en dos departamentos, el vapor no recibe choques de ninguna especie.

Otra ventaja de estas máquinas consiste en no necesitar volantes de tanto peso, pues las variaciones de los esfuerzos del vapor, sobre no ser tan notables por la regularidad de su acción expansiva, disponen además de dos cilindros, y por consiguiente, de dos vástagos de émbolos, que son otras tantas fuerzas, las cuales,

bien combinadas, han de vencer mejor todas las alternativas del trabajo, sin necesidad de ayudas extrañas que, como las de todo volante, consumen fuerza efectiva del motor.

Los cilindros de este género de máquinas trabajan envueltos en vapor, para evitar enfriamientos que puedan perjudicar la fuerza del mismo. Conviene observar que, aun en el pequeño cilindro donde actúa el vapor directamente, no debe tenerse abierta la entrada del mismo hasta el fin de la carrera del émbolo: primero, en evitación del choque que este produciría en la tapa del cilindro, y además, por utilizar la expansion inicial del fluido, ó sea, dicho en otros términos, el primer empuje del vapor.

Por lo demás, el trabajo de estas máquinas de dos cilindros es igual al de otra ordinaria que, teniendo uno solo, sea igual al grande de aquellos dos, y en que la expansion esté en las mismas relaciones de ambos cilindros; pero con la ventaja de mayor economía en el combustible, que es lo que se trata de conseguir en este sistema de motores.

Máquinas Compound.—Tuvieron su origen en las de Woolf, segun acabamos de decir, y en realidad no son sino una modificacion de aquellas.

Se emplea este tipo de motor en la navegacion, pues las hélices de los buques necesitan gran regularidad en la marcha, que es la circunstancia característica en el sistema Compound. En efecto, los manubrios ó codos del árbol motor forman en este sistema de máquinas un ángulo de 90°, de modo que en los *puntos muertos*, que en los límites de la carrera del émbolo constituyen momentos de debilidad en toda máquina, aquí, merced á los dos cilindros y á dicha disposicion, cuando uno de aquellos trabaja su émbolo á fin de carrera, el otro, en la plenitud del empuje del suyo, contraresta tal debilidad, sin ser necesario volantes tan poderosos como naturalmente debian exigir las grandes máquinas que emplea la marina, las más extraordinarias de cuantas se conocen en las demás aplicaciones industriales. Esto exige un recipiente á manera de depósito para el vapor entre los dos cilindros, nueva circunstancia que distingue estas máquinas de las anteriores de Woolf; pero sobre ellas, repetimos, tienen mayor uniformidad en la marcha y son más económicas de combustible.

Los cilindros tienen dobles paredes, por entre las que circula el vapor como en las máquinas de Woolf, á fin de evitar enfriamientos, en perjuicio del efecto útil del motor. Sin embargo, en las máquinas de pequeñas dimensiones no existe esta envoltura, por dificultades propias de la construccion.

Para lograr el máximo de trabajo en una máquina Compound es preciso mantener la presión en el recipiente intermedio igual á la presión final del cilindro pequeño donde actúa el vapor en toda su fuerza, y para ello basta disponer la distribución de modo que el volumen que se introduzca en el cilindro mayor sea el mismo que el introducido al final de la emisión en el pequeño. Pero es preferible, sin embargo, aumentar un poco la admisión en el cilindro grande, disminuyéndola á su vez en el segundo, aun á costa de alguna pérdida, que es muy insignificante comparada con la mayor utilización de las expansiones continuas del vapor, que, como es sabido, se traducen siempre en resultados económicos.

En la práctica se debe dar al recipiente intermedio un volumen doble al del cilindro pequeño, y así las variaciones de la presión pueden despreciarse por su escasa importancia. No obstante, estas irregularidades y el depósito intermedio quitan un 6 por 100 próximamente de trabajo á estas máquinas sobre las de Woolf, lo que puede sacrificarse sin escrúpulo, en obsequio á la gran uniformidad que para la marcha tienen las Compound, y que tanto precisa en la marina.

Los dos cilindros de estas máquinas obran independientemente, con sus distribuciones arregladas como de ordinario en las máquinas de un cilindro; pero las varillas de sus movimientos se enlazan de modo que, bajo la acción de una sola palanca, alteran la marcha y cambian el sentido como se verifica en una locomotora.

En algunas máquinas esta solidaridad de los movimientos de la distribución en los dos cilindros puede alterarse por medio del juego de palancas que enlazan los tirantes de las cajas distribuidoras, á fin de variar, según convenga, las relaciones permanentes de la expansión á que deba trabajar el vapor en ambos cilindros.

Antes de seguir el estudio de los demás tipos de máquinas, que se fundan ya todos ellos en modificaciones introducidas en la distribución, conviene que añadamos cuatro palabras más sobre las ventajas ó inconvenientes de establecer uno ó dos cilindros en las máquinas de vapor. La teoría aconseja el empleo de un solo cilindro, pues en él no ocurrirán las pérdidas de fuerza como al trasportar el vapor de uno á otro cilindro pueden ocasionarse lógicamente en las máquinas de dos cilindros, y más todavía en las Compound, donde existe un depósito intermedio de vapor.

Pues bien; á pesar de esta irrefutable conclusión, en la práctica sucede que, como no es posible realizar la expansión del vapor en el cilindro único tan gradualmente y con toda la uniformidad que

en cilindros separados, resulta que estos utilizan con más ventaja la fuerza expansiva del vapor, que fué el ideal constante de todos los inventores.

Además, para la marina tienen la ventaja estas máquinas de poder emplear presiones iniciales más elevadas, lográndose en el acto grandes cambios en las velocidades, según exige la estrategia de la guerra, y aun la marcha de los buques entre escollos, rompientes y peligros que tanto interesa salvar á todo navegante en momentos críticos. Esta sola ventaja, aparte de las anteriores, fué causa de que las máquinas Compound fuesen empleadas en la marina, no sólo para los buques de reciente construcción, si que también, apenas se perfeccionaron, para los buques antiguos, en los que se quitaron las máquinas de un cilindro á casi todos para ponerlas de este sistema.

Todavía tienen otra ventaja las máquinas Compound, cual es la sencillez de la distribución, con la circunstancia favorable de no ser preciso nunca complicaciones en este órgano; considerando que si las expansiones en las de un cilindro dependen de las variantes introducidas en dicha distribución, cada día más complicada, aquí se consiguen en un cilindro aparte, donde arreglando su distribución sencilla de corredera, pueden conseguirse todas las modificaciones que exijan las leyes generales y particularidades de la fuerza expansiva del vapor en todos los grados de su desarrollo.

Antes de describir algunos de los tipos principales del sistema de máquinas Compound, vamos á ocuparnos de otros dos sistemas, también notables, de máquinas que comparten con aquel la utilización de la fuerza expansiva del vapor.

Sistema Corliss.—Así como en las máquinas Woolf y Compound se logra aprovechar el trabajo del vapor en dos cilindros separados, en este sistema y en el de Sulzer se consigue el mismo efecto complicando los medios de distribución en el cilindro único.

Estas distribuciones, características de tales sistemas, no se aplican hasta hoy más que á las grandes máquinas, donde se aquilata con el mayor interés toda la economía posible.

La modificación que constituye el sistema Corliss está motivada en el inconveniente que se observa con las máquinas ordinarias.

Sabido es que en los sistemas antiguos el vapor entra en el cilindro por una ranura que se abre más ó menos, según se desea, preparando al efecto la caja ó cajas de distribución y las va-

rillas correspondientes que las ponen en movimiento; pero si bien es cierto que se abren aquellas entradas para dar paso al vapor con toda la oportunidad que se quiera, en cambio se cierran con demasiada lentitud, resultando que entre la expansion del fluido en el cilindro y la fuerza del que entra, siquiera sea en cantidad decreciente, hay una série de choques que ocasionan depresiones sensibles al terminar el período de admision. En los sistemas de que nos vamos á ocupar ahora, las entradas del vapor se cierran instantáneamente desde que por la intervencion de un regulador automático deba cesar la accion directa del fluido. De modo que cuando una velocidad excesiva del motor eleva, por ejemplo, las bolas del regulador de Watt, en el acto se acorta muchísimo el período de admision del vapor, cerrándose siempre las entradas con gran rapidez para obviar aquel inconveniente.

Por medio de cuatro llaves de paso, dispuestas de diversos modos, se da entrada y salida al vapor en estos sistemas: dos están dispuestas encima y á los extremos cada una del cilindro, las cuales sirven para la admision del vapor directo de la caldera; y las otras, debajo del mismo, y tambien á los extremos, están dispuestas para la expulsion del vapor, purgando perfectamente el cilindro á cada embolada y comunicándole con el condensador ó el tubo de escape, segun se desee, pero con toda la prontitud que caracteriza el sistema.

Las cuatro bielas que abren y cierran más ó menos estas llaves están movidas por un excéntrico, el cual, mediante un juego de palancas á propósito regulariza sus funciones perfectamente. Ahora bien; hay unos escapes en las varillas que rigen las llaves superiores de la entrada del vapor, dejando sin accion al juego de palancas del excéntrico, en cuyo caso dichas varillas se vuelven en sentido contrario cerrando sus llaves. Este movimiento retráctil se puede conseguir de varios modos, pero generalmente se emplea la accion permanente de unos muelles de acero largos, á modo de ballestas. El momento en que se deben soltar dichas varillas lo determina la misma velocidad de la máquina por medio del regulador y un juego de palancas, siendo tal la precision de estos mecanismos, que si la marcha fuese muy acelerada y las bolas del regulador se elevasen á cierta altura, entonces, aunque la máquina siga marchando, pronto pararia, pues en cuanto que las varillas de las llaves de admision se ponen en marcha, instantáneamente las sueltas el escape, sin dejar pasar nada de vapor, y por lo tanto, la máquina ha de moderar su velocidad sin remedio.

Para la mejor inteligencia de este mecanismo véase la figu-

ra 36. Por medio del excéntrico se hace oscilar la palanca P O y las piezas que de ella dependen. Cuando deba abrirse la llave de admision A, entonces el vástago del excéntrico se mueve en el sentido que indica la flecha P S; el punto Q va de derecha á izquierda, conduciendo de igual modo el punto R, que á su vez mueve la palanca N F, y por consiguiente, las bielas y vástagos correlativos F E, E C y C B, en cuyo caso la manivela B A descubre el orificio de admision del vapor.

Dichas bielas y vástagos no constituyen una sola pieza, pues

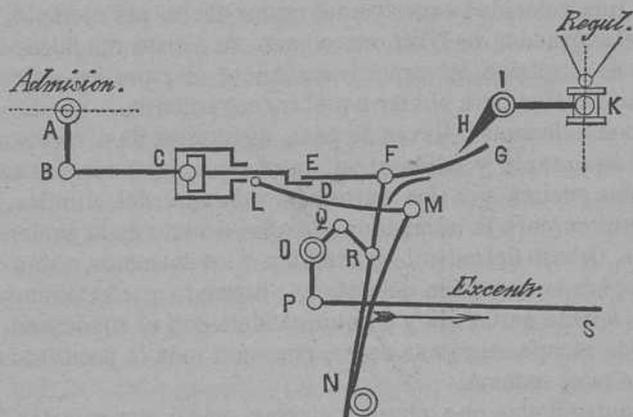


Figura 36

como indica la figura, existe una interrupcion en E; de modo que la parte E F no puede comunicar su movimiento á la varilla C B sino empujando hácia adelante, y nunca en sentido contrario, puesto que ambas piezas sólo descansan una en otra, sin union alguna; por lo tanto, cuando se retira el punto E, ó se eleva simplemente, aun en el caso de avanzar, no se abre la admision del vapor.

Ahora bien; siempre que avanza la palanca N F tropieza el extremo G de la E F G con el apéndice H de la articulacion H I K, en cuyo caso baja dicho extremo, elevándose el otro E, dejando de empujar la varilla B C, limitándose así la entrada del vapor y aun cerrándola instantáneamente merced al muelle retráctil M N que citábamos antes. Con el fin de amortiguar este choque de varillas por efecto del muelle, existe en C una caja donde un muellecito evita tal contratiempo.

Desde luego se comprende que, al aumentarse la velocidad de la

máquina, se ha de elevar el anillo K del regulador, descendiendo por consiguiente el apéndice H, y así se limita la entrada del vapor, según queda explicado, hasta cerrarla en absoluto, por no llegar á coger el punto E en sus avances á la varilla BC, en cuyo caso, cerrada la entrada del vapor, se pararía la máquina.

Tal es el sistema Corliss, tan recomendado en estos últimos tiempos para máquinas que excedan de 25 á 30 caballos. Sin embargo, á pesar de la complicación del sistema, se están haciendo grandes esfuerzos por aplicarle á los pequeños modelos de máquinas, en vista del buen resultado que ofrece para la utilización del vapor.

Sistema Sulzer.—Cerca de Zurich (Suiza) existe un célebre ta-

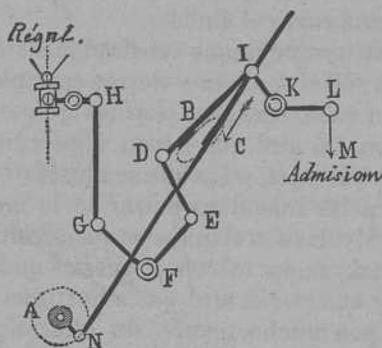


Figura 37

ller de construcción de máquinas, cuyos directores, los hermanos Sulzer, presentaron en la última Exposición Universal de Viena (1874) un precioso modelo de máquina horizontal de expansión variable, que consiguió del Jurado la más alta recompensa, el diploma de honor.

Como en el sistema Corliss, existen en este dos entradas y dos salidas para el vapor, todas independientes; como allí, también modifica ó cierra las entradas del fluido el regulador de bolas más ó menos modificado. El mecanismo (figura 37) consiste en un vástago NI que, obligado á moverse alrededor de un punto A, sufre desviaciones, avances y retrocesos continuos é iguales. Este vástago lleva una pieza B que coge una biela DI y la arrastra, abriendo, con el auxilio de un juego de palancas IKL, la entrada del vapor, ó sea la admisión. Ahora bien; cuando el regulador de la

máquina se eleva por medio del juego de palancas H G F E D, la biela citada se separa de la pieza B del vástago, y no cogiéndole ya por tanto tiempo, queda limitado el acceso del vapor, pues se abre menos la llave, ó mejor dicho, la válvula que le da entrada.

En estos sistemas la compresion del vapor para conseguir que al terminarse la carrera del émbolo haya equilibrio entre la fuerza del vapor que llega y el que haya quedado en el espacio perjudicial de la embolada anterior, es una nueva ventaja de mucha importancia, pues la compresion referida calienta el vapor algo frio que se halla en dicho espacio, secándole, y evitando que influya en el nuevo que entra en el cilindro, que con tal motivo permanecerá seco y potente, como es preciso para utilizar bien su fuerza. A los dos sistemas se aplican las envolturas de vapor al cilindro para que no se enfrie, utilizándose así todavía mejor la fuerza del que actúa sobre el émbolo.

Por fin, las cuatro válvulas que verifican la distribucion y constituyen el sistema Sulzer se abren y cierran casi instantáneamente, sin que ocasionen ruido sensible, pues los golpes se amortiguan por la compresion del aire que llevan unos cilindros colocados encima de dichas válvulas, á los que se ajustan herméticamente.

Se ha acusado á las máquinas Sulzer de lo mucho que deben desgastarse sus válvulas con el golpeteo que ocasionan, pero el hecho real es que, tal vez por lo bien dispuestas que están, ó por sus buenos ajustes, y aun por el aire que amortigua sus choques, se las ve funcionar por mucho tiempo sin ofrecer grandes desperfectos, y por el contrario, ocurre antes la necesidad de hacer algunas reparaciones en otros órganos que siempre parecieron más consistentes que las citadas válvulas.

Todas las perfecciones en construccion, tanto en lo que afecta á materiales, como en formas, órganos, dobles envolturas de vapor y muchisimos otros detalles últimamente ideados, se aplican á estos sistemas, ofreciendo tantas ventajas los constructores respectivos, que por la exageracion manifiesta con que se preconizan, muchas veces suele ser motivo justificado para que no se crean.

Nos ocuparemos, sin embargo, por lo mucho que importa, y por lo que conviene al presente estudio, de algunos tipos especiales de los sistemas de máquinas que hemos descrito en principio.

Sistema Besnard.—Antes de exponer algunos de los diversos tipos de máquinas correspondientes á los sistemas expuestos que todos los dias presentan los constructores, vamos á describir un

sistema especial que, por su naturaleza, no se parece al modelo comun de estos mecanismos, y por más que la idea no sea nueva, es, sin disputa, la mejor en su género de todas las demás conocidas hasta hoy.

En efecto; los últimos adelantos en las máquinas de vapor tienen casi siempre á economizar el combustible, utilizando lo mejor posible la fuerza expansiva del vapor; así que cada constructor añade alguna reforma que produce naturalmente una nueva complicacion. Además, este aumento creciente de órganos, y los que tiene en sí el tipo fundamental, hacen que tal aparato exija muchos cuidados por parte del maquinista, tanto para engrasar como para cuidar que no se descomponga alguno de aquellos, ó se ensucien demasiado, resultando imperfecciones difíciles de reparar; de modo que, por economizar unos kilogramos de carbon, lo cual en algunos casos no merece la pena, se exigen mayores aptitudes para el maquinista, la separacion absoluta del motor en cuarto especial y grandes gastos de instalacion por el mayor precio que alcanza un mecanismo cada vez más complicado.

Meditando en esto, sin duda, y pensando tambien en la complicada trasmision de fuerzas y velocidades que exigen las máquinas ordinarias, tanto del émbolo al eje motor del volante, como de este al árbol del taller ó máquina á que se aplica, para que esta alcance la velocidad debida, los hermanos Besnard discurrieron un sistema de máquinas mejor que los conocidos hasta hoy, en que se evitan todos aquellos inconvenientes, si bien á costa de un gasto mayor del combustible.

Así, pues, en ciertas obras públicas, explotaciones agrícolas, y en general, donde no sea fácil establecer las trasmisiones que exigen las demás máquinas, y sobre todo donde sea de temer cualquier exceso de polvo, conviene este sistema de máquinas que, bajo una fuerte armadura, lleva reservados de toda accion exterior sus sencillos y reducidos órganos (véase la figura 38).

El sistema se reduce á un doble émbolo que, dotado de un movimiento de vaiven dentro de un cilindro único, trasforma, accionando sobre un eje acodado, dicho movimiento en otro circular continuo, el cual puede trasmitirse directamente por el intermedio de una fuerte y pesada polea, acoplada al referido eje, á la máquina que se quiera.

El doble émbolo consiste en dos émbolos separados y rígidamente unidos por medio de pernos. La distribucion del vapor se verifica por medio de una caja colocada al extremo del eje, junto al cilindro, cuya caja se mueve solicitada por dicho eje, á cuyo

efecto lleva un boton excéntrico que ocasiona dicha distribucion de un modo parecido al de las antiguas máquinas, puesto que en estas el vapor acciona alternativamente como en aquellas sobre cada cara de los émbolos, produciendo igual resultado; además, una pequeña parte del vapor llega por canales á propósito entre los dos émbolos, á donde se encuentran los órganos de la trasformacion del movimiento, y allí se condensa en parte, mezclándose

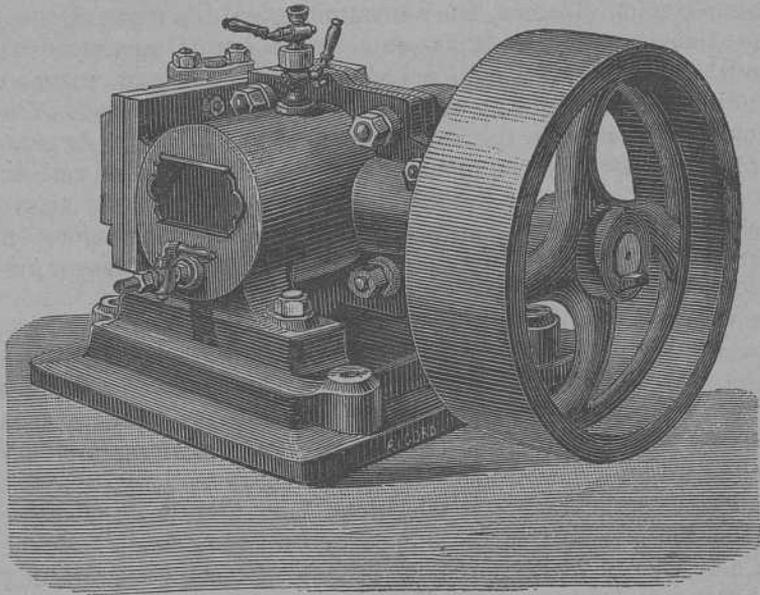


Figura 38

con el aceite, que facilita una llave especial colocada encima de estos motores, en beneficio de un buen engrase para dicha máquina.

Toda la máquina se halla sobre una placa, constituyendo con ella muy pocas piezas, fuertemente unidas con gruesos pernos, siendo tan corto el espacio que ocupan, que los modelos de seis caballos de fuerza no necesitan un metro cuadrado de superficie para su instalacion.

Hé aquí los resultados obtenidos con este sistema de máquinas en diferentes ensayos hechos con los modelos de cuatro caballos:

Diámetro de los émbolos, 0^m,190.

Carrera de los mismos, 0^m,100.

Número de vueltas del eje motor, 229.

Trabajo medido con el freno Prony, 5 caballos.

Consumo de vapor por caballo y hora, 24,5^k.

En los modelos más potentes se ha llegado, como se comprende fácilmente, á mayores economías en el carbon, asegurando los constructores de estas máquinas que sólo consumen 4 ó 5 kilogramos por caballo y hora. Por fin, para que nuestros lectores puedan apreciar otra cualidad económica de los motores en cuestión, podemos añadir que su precio en París, correspondiente á los modelos de seis caballos de fuerza, es de 1.680 pesetas, sobre poco más ó menos.

Resumiendo: este motor se recomienda sin duda para las máquinas que deban marchar á gran velocidad y en instalaciones accidentales, como dijimos al principio, por ejemplo, en obras públicas, agrícolas y á bordo de los buques, donde al verificarse maniobras especiales con tanta frecuencia, convendría, puesto que se dispone de vapor en exceso, ejecutarlas con estas máquinas, fáciles de trasportar de un punto á otro, y sobre todo de manejarse por cualquiera y en toda ocasion.

Máquinas perfeccionadas

Como ejemplo de máquinas de vapor más ó menos perfeccionadas, estudiemos varios modelos de los que han merecido alguna aceptación.

Máquinas Poillon.—La tendencia de todos los constructores consiste en seguir los tipos conocidos, perfeccionándolos, sobre todo en lo que afecta al órgano principal de estos mecanismos, que lo es la distribución del vapor, para que actúe con la mayor economía posible á uno y á otro lado del émbolo destinado á producir el movimiento.

Y en efecto, la máquina Poillon se distinguió ventajosamente en 1874, durante la Exposición de Viena, por el juego de piezas que efectuaba la distribución (véase la figura 39).

La cuatro válvulas que dan entrada y salida al vapor son cilíndricas, y producen su resultado oscilando alternativamente; las dos de arriba sirven para la admisión del vapor, y las dos de abajo para darle paso al condensador, despues de trabajar; la particularidad notable del sistema consiste en la rapidez extraordinaria con que abren y cierran las válvulas de admisión; de modo que apenas son sensibles esos espacios perjudiciales ó inútiles que hemos citado en otro lugar; aquí el vapor no sufre contracciones por cesar poco á poco su entrada en el cilindro, ni tampoco

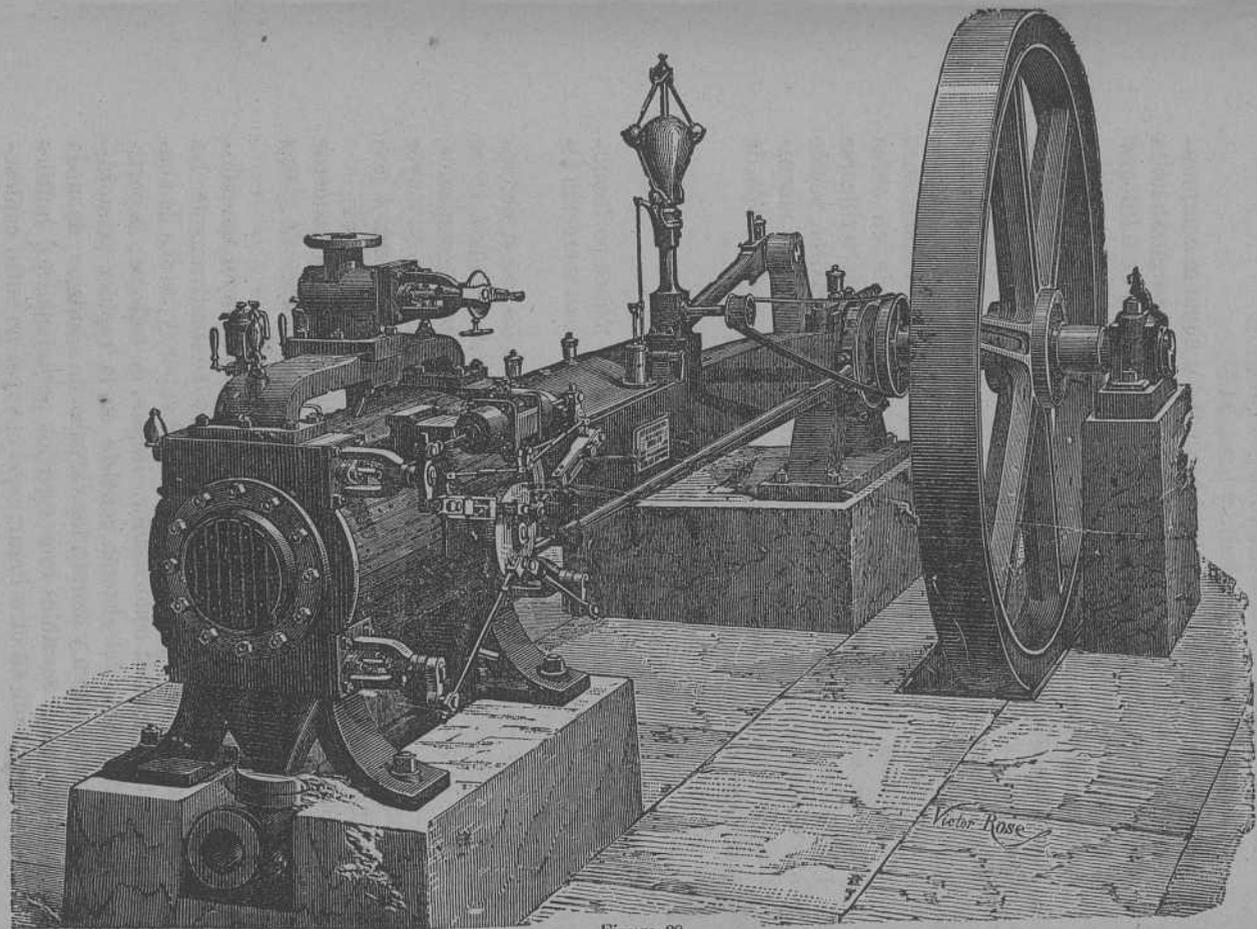


Figura 39

co choques al abrir la válvula, como sucede en los otros sistemas antiguos.

El condensador y la bomba de aire se hallan dentro de un recipiente de fundicion colocado debajo, é inmediato al cilindro y unido á este directamente. Dicho recipiente está dividido en dos partes en el sentido de su altura; en la inferior se encuentra la bomba de aire, y la superior sirve para la condensacion, dividida á su vez en otros dos compartimientos por un tabique colocado en sentido vertical de estas dos mitades, una se comunica directamente con el cilindro donde actúa el vapor, y la otra con el exterior para expulsar el agua calentada por el vapor condensado. Ambas capacidades se comunican entre sí y con el cilindro por medio de llaves dispuestas al efecto, que se mueven merced á un mecanismo dependiente de la marcha que lleve el motor.

Máquina Galloway.—Este notable constructor, tan conocido en el mundo industrial por sus estimados generadores del tipo antiguo, de que nos hemos ocupado en otro lugar, ha procurado reunir todas las ventajas que con tanto empeño persiguen sus colegas, y por ello, el modelo de que nos vamos á ocupar reúne, además de las excelentes condiciones de la distribucion *Corliss*, las indudables ventajas que resultan del trabajo del vapor en cilindros distintos que, como sabemos, constituyen el sistema *Compound* (véase la figura 40).

La máquina es *horizontal* (denominándose así todas las que tienen el cilindro en aquel sentido), y en ella están situados los dos cilindros, uno al lado del otro, permitiendo tal disposicion el que en un momento dado los émbolos de los dos cilindros se encuentren durante la marcha en oposicion completa; y así, por este medio, el vapor puede tener ya un principio de expansion en el cilindro pequeño, antes de pasar á ejercer su fuerza expansiva sobre el émbolo del cilindro mayor. Ambos cilindros están unidos directamente, pues en este modelo especial de máquinas no existe recipiente intermedio de vapor. Un regulador especial, con su contrapeso, gradúa las entradas del vapor de este modo: una varilla acodada comunica un movimiento de vaiven á dos piezas cuyo destino consiste en mover instantánea y simultáneamente otras dos varillas que á su vez abren y cierran la entrada del vapor en el cilindro pequeño, logrando así evitar los espacios inútiles ó perjudiciales de que hablamos en el modelo anterior. La accion retractil del muelle primitivo se consigue aquí por el mismo vapor, encargándose, á modo de un resorte, de producir el cierre rápido de las válvulas en el momento en que los extremos

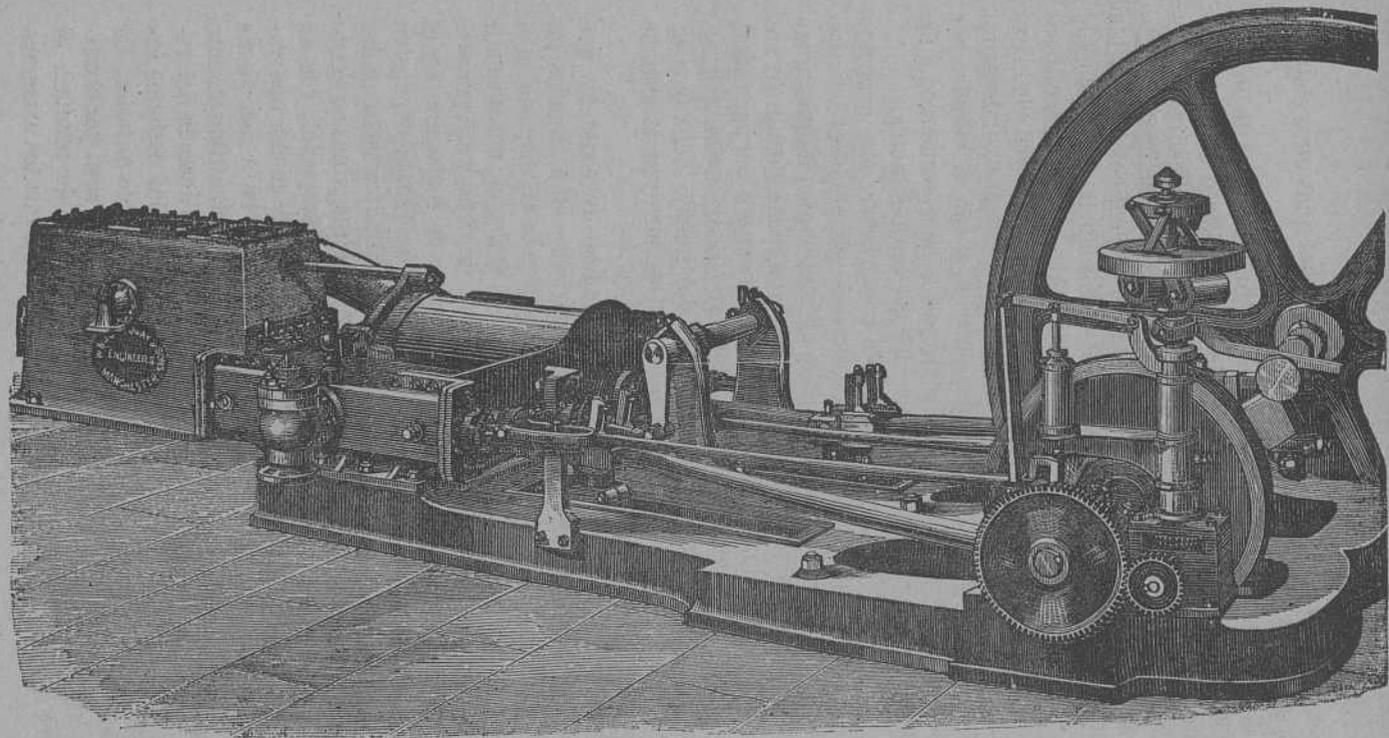


Figura 40

de las varillas, tropezando con un tope que oportunamente presenta el regulador, son rechazados hácia atrás, dejando libres los extremos de las varillas que oprimian al principio.

Veamos la disposicion de las ocho válvulas que posee esta máquina: las de escape del cilindro pequeño, colocadas á los extremos, están situadas enfrente de las de admision para el cilindro grande; y las otras, á su vez respectivamente, enfrente cada una de las de su cilindro, comunicándose las del pequeño con una cavidad que existe entre ambos cilindros; así, pues, á cada extremo de los cilindros, arriba y abajo, hay una lumbrera de admision y otra de escape, y las cuatro tienen sus ejes en un mismo plano.

Estas máquinas revelan una fortaleza á toda prueba. Los manubrios se encuentran en direccion opuesta para el mejor efecto, y con el fin de poder echar á andar la máquina, cuando aquellos se encuentren por casualidad cerca del punto muerto, la gran polea, que sirve de volante, lleva un sencillo mecanismo, de modo que en la referida circunstancia un solo hombre logra esta iniciacion del movimiento sin esforzarse mucho.

El condensador se encuentra detrás del cilindro grande, para que el mismo émbolo de este obre directamente sobre el de aquel.

Las dimensiones y buena marcha de las máquinas Galloway pueden apreciarse ante los siguientes datos, que corresponden á una de 300 caballos que funcionó con muy buenos resultados en la última Exposicion universal de Paris:

| | |
|-------------------------------------|--------|
| Presion del vapor (atmósferas)..... | 5 |
| Diámetro del cilindro grande..... | 0m,863 |
| Diámetro del cilindro pequeño..... | 0m,508 |
| Carrera de los émbolos..... | 0m,914 |
| Número de vueltas por minuto..... | 60 |

Y por fin, la admision del vapor en el cilindro pequeño llegaba hasta la mitad de la carrera del émbolo.

Esta máquina, servida por un generador del mismo sistema Galloway, aseguran los constructores que gasta 900 gramos de carbon mineral por hora y caballo.

Máquina Sulzer, sistema Compound.—Los Sres. Sulzer construyen preciosos modelos de máquinas, que elogian con verdadero conocimiento de causa reputados ingenieros.

Tienen estas máquinas, por pertenecer al sistema Compound, dos cilindros (figura 41), pero colocados, á diferencia de los otros modelos, uno á continuacion del otro; ambos llevan su envol-

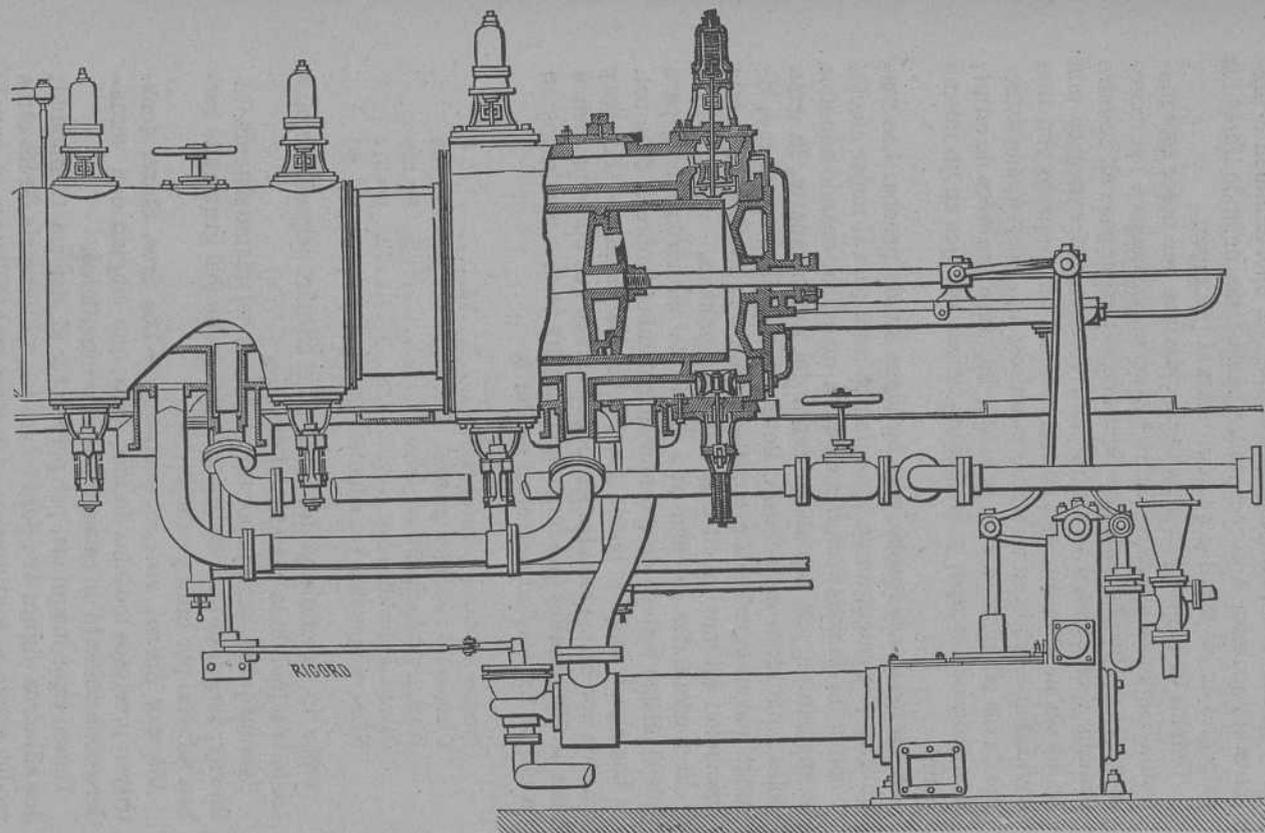


Figura 41

vente de vapor, de modo que el que trabaja en el cilindro pequeño, antes de distribuirse para actuar en el grande, le envuelve, recalentándose á sí mismo para lograr en él mayor fuerza expansiva. De este modo no precisa el tan recomendado depósito intermedio de vapor que exige el sistema Compound para alcanzar el máximum de economía, pues esta envolvente del cilindro grande hace las veces de recipiente de regeneracion, segun lo comprueban minuciosos ensayos verificados con tal objeto.

En estas máquinas, últimamente perfeccionadas, aunque prevalece el sistema de válvulas que caracteriza al tipo que nos ocupa, se han evitado los choques que se producian en las primitivas; de manera que apenas se siente el golpeteo de la distribucion que se notaba antes, y por consiguiente, no hay ni tantos desgastes ni tantas reparaciones como se creyó en un principio.

Además, en estas máquinas se regulan las admisiones de vapor en ambos cilindros, de modo que puede acrecentarse su fuerza sin más que aumentar ó reducir los volúmenes de vapor que trabajan en ambos cilindros, y sin que los órganos de la máquina sobre que acciona el vapor sufran mayores presiones dentro de ciertos límites, y todo ello automáticamente, segun las exigencias del trabajo á que se aplique el motor. Esta ventaja permite que bajo un mismo modelo pueda aumentarse la fuerza de la máquina en proporciones algun tanto notables.

Los modelos más perfeccionados gastan próximamente 8 kilogramos, ó poco menos, de vapor por caballo y hora; economía importantísima que se debe á las referidas alteraciones en la expansion de vapor, que llegan en los últimos límites á diez y seis veces el volumen primitivo. En cuanto á los esfuerzos que puede vencer una máquina de esta clase, se calcula que los modelos ordinarios de una fuerza como uno pueden vencer resistencias de uno y medio; esto, segun hemos dicho, sin comprometer la seguridad de los órganos calculados para aquella presion.

Con el objeto de que nuestros lectores puedan tener un concepto relativo de la variabilidad de trabajo propia de estas máquinas, hé aquí algunos datos referentes á un modelo determinado:

| | |
|---|--------|
| Diámetro del cilindro grande..... | 0m,600 |
| Diámetro del cilindro pequeño..... | 0m,300 |
| Carrera de los émbolos..... | 0m,900 |
| Presion del vapor en la caldera (atmósferas)..... | 5 á 7 |

Fuerza que puede desarrollar un motor de estas proporciones:

| CON ADMISION EN EL CILINDRO PEQUEÑO | PRESION EN LA CALDERA | |
|-------------------------------------|-----------------------|-------------------|
| | Cinco atmósferas. | Siete atmósferas. |
| | <i>Caballos.</i> | <i>Caballos.</i> |
| De 15 por 100. | 67 | 93 |
| De 20. | 76 | 105 |
| De 25. | 88 | 120 |
| De 30. | 100 | 135 |
| De 35. | 110 | 150 |
| De 40. | 118 | 163 |

En cuanto á las particularidades afectas á la construccion de estos motores, debemos hacer notar que los cilindros dispuestos uno á continuacion de otro, segun digimos al principio, se hallan unidos por un aro de fundicion con aberturas, cerradas por una tapa que permite el fácil acceso á las cajas de estopas, colocadas naturalmente una frente de la otra entre ambos cilindros.

La máquina en cuestion se desarma sencillamente, pues hasta los émbolos pueden salir unidos por delante, merced á la buena disposicion de las tapas que cierran los cilindros: el vástago afecto á los dos émbolos se prolonga por detrás moviendo las bombas de aire y de alimentacion.

Por fin, los Sres. Sulzer aseguran que sus máquinas son inmejorables para las grandes fuerzas, que nunca deben bajar de 80 á 70 caballos, cuando menos, sosteniendo al efecto que, segun repetidos ensayos, verificados con un modelo de 100 caballos, el gasto de combustible de buena hulla no excede de 800 á 900 gramos por hora y caballo. Así, pues, considerando que una máquina ordinaria de un solo cilindro, en igualdad de trabajo, consume de 1 á 1,2 kilogramos por hora y caballo, resulta una economia nada despreciable de un 20 á 25 por 100 de gasto á favor de estas máquinas sobre las antiguas.

Locomóviles

Segun sabemos, las máquinas de vapor que pueden ser trasportables, y por lo tanto que se establecen sin gastos de instalacion, son las locomóviles, habiéndose generalizado tanto su empleo, que muchas veces se hallan injustificadas en determinadas indus-

trias, que ni son agrícolas ni tienen por objeto producciones eventuales, sino por el contrario, en trabajos permanentes y en fábricas estables. Es verdad que á veces la cuestion de local impone la locomóvil, que, como es sabido, ocupa poco espacio comparado con el que necesita un generador y máquina separados uno de otra; mas á pesar de ello, hemos podido observar la mala tendencia á emplear la locomóvil en industrias permanentes, con gran detrimento de los intereses del fabricante, pues tales máquinas, comparadas con las otras, gastan la tercera parte más de combustible, por término medio, y sobre todo no suelen estar en buenas condiciones para utilizar diversas clases de combustibles, y por último, se destruyen más pronto; de modo que la economía obtenida en la instalacion siempre resulta ilusoria ante el gasto diario, las reparaciones más frecuentes y la destruccion más pronta del motor.

Por otra parte, como en las locomóviles no es posible complicar mucho los mecanismos, dado que en una sola pieza deben hallarse el generador de vapor y la máquina que lo utiliza, no pueden los constructores aprovechar todas las modificaciones que se han realizado en las máquinas de vapor para hacerlas cada dia más económicas.

Así, pues, cuando se deba instalar una fabricacion permanente, siquiera por dos ó tres años, y se disponga de un local algo desahogado, desde luego conviene establecer el motor aparte de la caldera, y sólo en las faenas agrícolas y en obras públicas ó particulares se aprovecharán las locomóviles montadas sobre ruedas; y en los establecimientos de las grandes capitales, donde escasea el local, las locomóviles *semi-fijas*, sentadas sobre un zócalo ó apoyos de fundicion.

A pesar de las observaciones anteriores, se intenta, con éxito relativo, introducir reformas en el tipo vulgar de las locomóviles, como veremos por la breve descripcion de algunos modelos principales.

Como ejemplo de nuestro último aserto está en primer lugar la locomóvil *Poillon*, figura 42, pues su distribucion, del sistema Meyer, es susceptible de alterar á mano el período de la admision, y por lo tanto, puede considerarse á esta máquina como de expansion variable.

La particularidad notable de esta locomóvil consiste en la facilidad de su limpieza, dado que los tubos de su caldera pueden quitarse y ponerse cuando se quiera, evitándose así las incrustaciones, aun cuando se empleen malas aguas. Tiene además este

motor una toma de vapor especial, por si precisa llevarle á cualquier mecanismo ó aparato independientemente de la máquina, como sucede en muchas industrias.

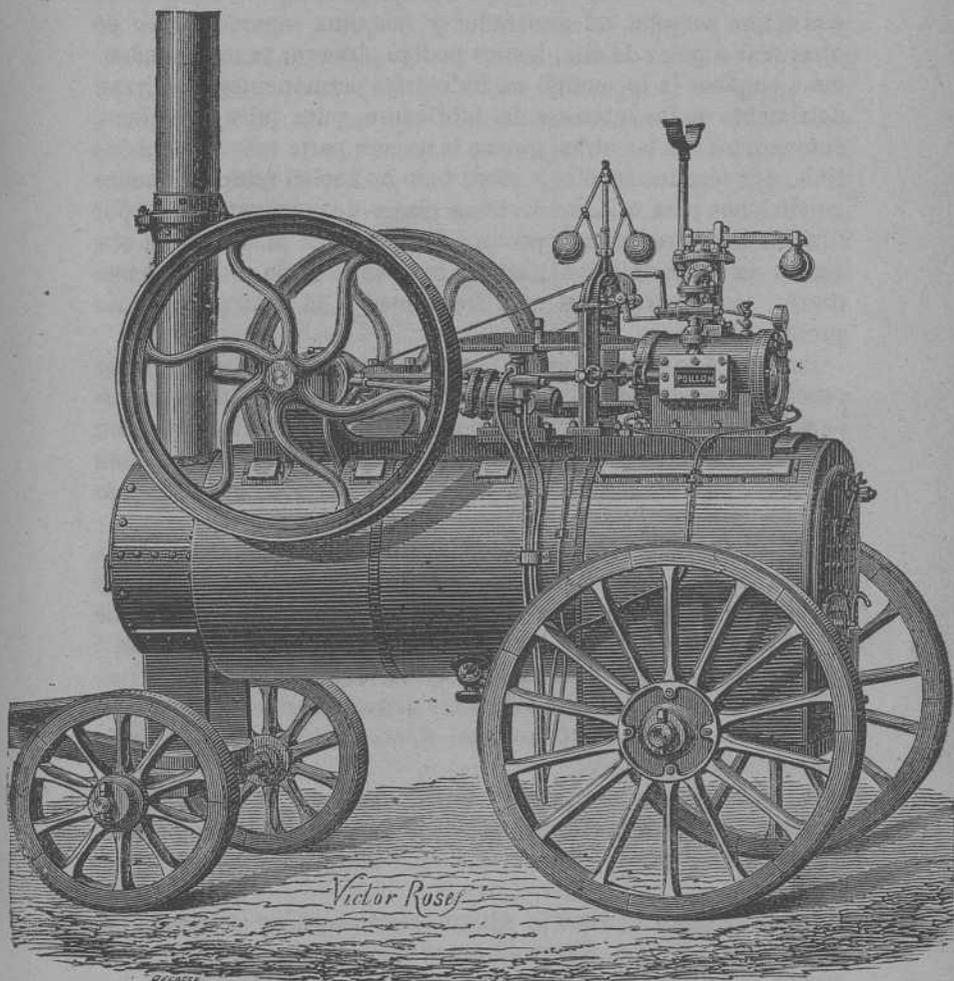


Figura 42

El cilindro tiene envolvente de vapor, y está forrado con madera para su mejor abrigo; y por último, un chorro del vapor sobrante puede obrar dentro de la chimenea, activando el tiro de la combustion, como sucede en todas las locomotoras, ó bien dirigirse á

través del depósito de alimentación para calentar el agua que se introduce en la caldera.

La casa *Ransomes y Compañía*, de *Ipswich*, construye también unos excelentes modelos de locomóviles para faenas agrícolas, con tendencia á economizar el combustible, aun á costa de alguna complicación en el mecanismo. La expansión puede regularse desde un octavo á un medio, según sea la fuerza que deba vencer la máquina. Dos bombas introducen el agua caliente á 100° den-

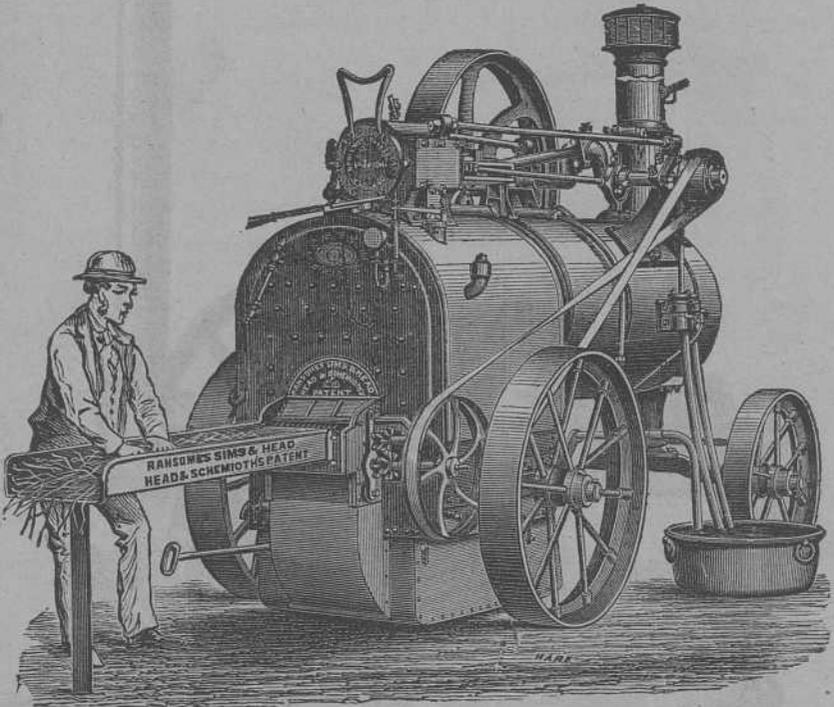


Figura 43

tro de la caldera, desde un depósito que, colocado inmediato al hogar, aprovecha el calor perdido por este (véase la figura 43).

Los *Sres. Ruston Proctor y Compañía*, de *Lincoln*, construyen asimismo notables modelos de locomóviles, en que un *eccéntrico variable* regula la expansión necesaria según la fuerza que deba vencer la máquina, resultando así una economía notable de combustible, que hace de tal aparato su mejor recomendación, aparte de que tales máquinas están muy bien estudiadas y construidas.

El grabado figura 44 representa un modelo de estas máquinas,

en que los fabricantes no cesan de introducir notables modificaciones, como por ejemplo, un recalentador de vapor y envolvente

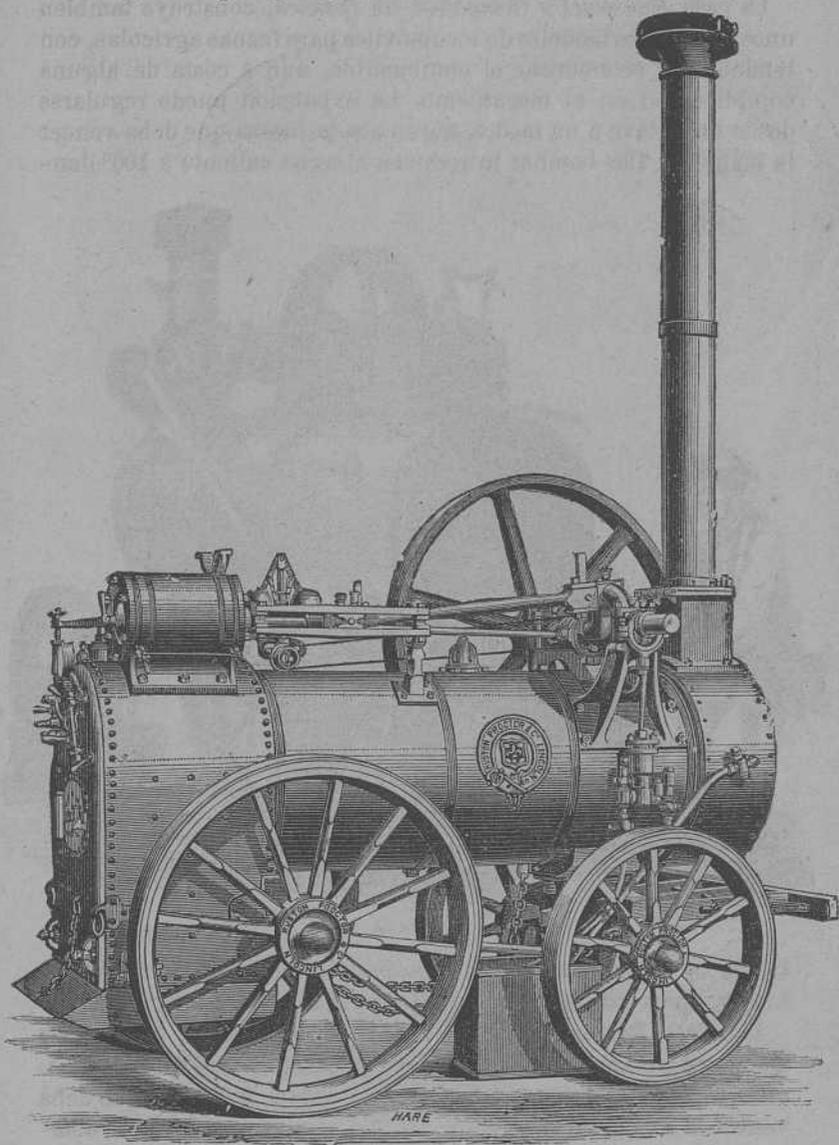


Figura 44

del mismo para todo el cilindro, con el objeto de economizar el carbon cuanto sea posible.

Respecto á las máquinas semi-fijas, no podemos menos de re-

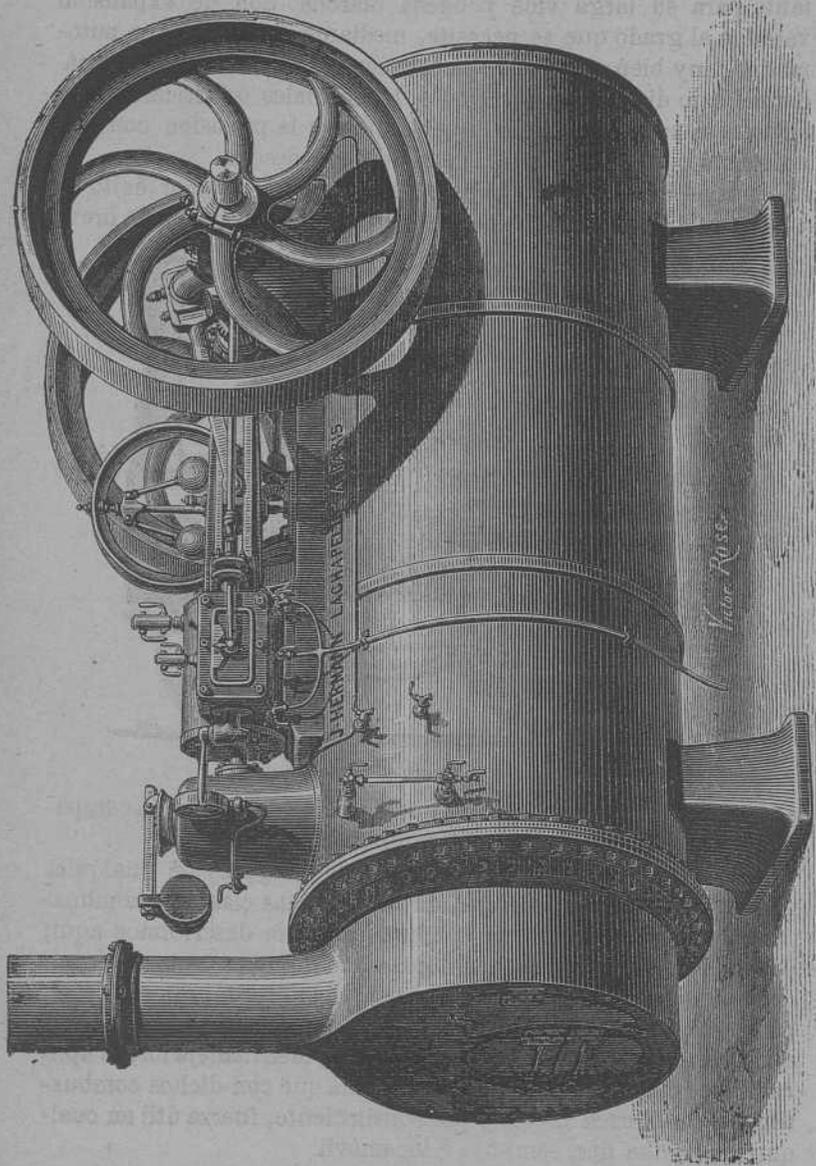


Figura 45

comendar las del sistema Hermann-Lachapelle, de París, de cuyos talleres sale una máquina diaria cuando menos (figura 45).

Van montadas estas máquinas semi-fijas sobre un zócalo resistente; tienen separada la máquina de la caldera, condición importante para su larga vida y buena marcha. Son de expansion variable al grado que se necesite, mediante un regulador automático muy bien estudiado. La referida casa construye estas máquinas bajo diversas disposiciones, horizontales ó verticales, pero siempre aunando la solidez, la elegancia y la precision con una economía que, en lo posible, nada deja que desear.

Algunos talleres nacionales empiezan con el mejor éxito la construcción de máquinas de vapor, y es de esperar que en breve

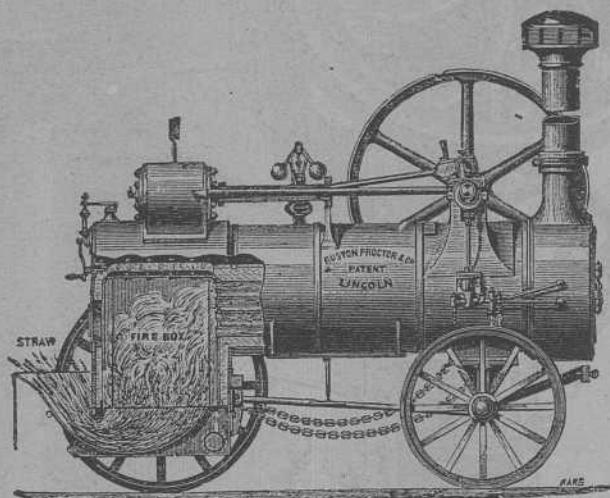


Figura 46

podamos vencer, por medio de una activa propaganda, la competencia extranjera en esta importantísima producción.

Hay infinidad de modificaciones en los hogares de cualquier género de máquinas para quemar las diversas clases de combustibles conocidos, y que por no ser prolijos no describimos aquí; pero sí conviene citar el hecho para que nuestros lectores sepan que si un industrial dispone de serrín, leña verde, ramas, hojas, paja, etc., hay rejillas con disposiciones exprefeso, hogares y aun aparatos accesorios á los mismos que, bien manejados, se aplican sobre cualquier hogar ordinario para que con dichos combustibles se produzca vapor, y por consiguiente, fuerza útil en cualquier máquina fija, semi-fija ó locomóvil.

Como ejemplo, véase la figura 46, donde se representa una locomóvil cortada por la parte del hogar, á fin de apreciar la dispo-

sición del aparato en que se quema la paja, la cual por no tener otro combustible, ó resultar á ínfimo precio, debe aprovecharse en toda ocasion. En la figura 43 se observa igual aparato.

Aparato Kraff para quemar serrín, virutas y astillas pequeñas.— Este aparato (figura 47), cuando se acopla á una caldera fija, constituye á su vez un artefacto estable, que puede fundarse sobre el

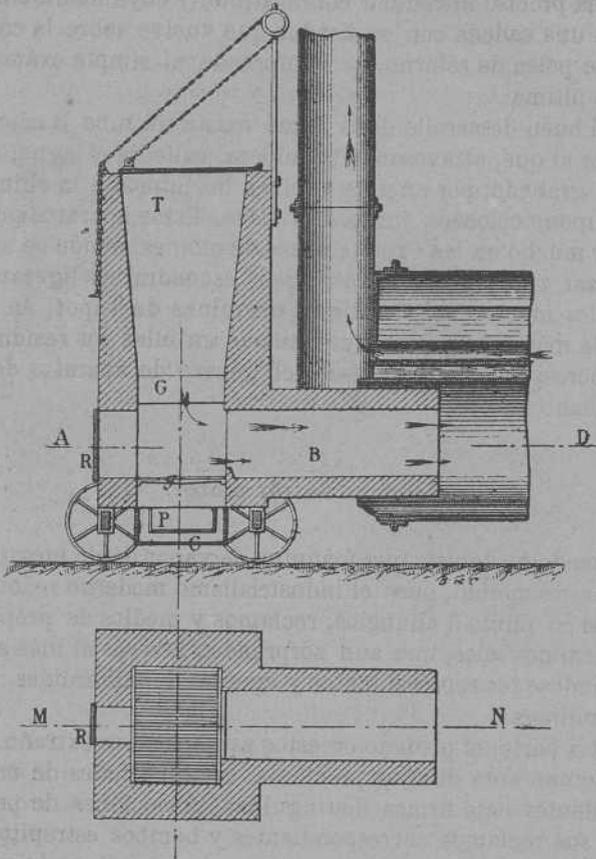


Figura 47

suelo; pero si se trata de aplicarlo á una locomóvil, lleva sus ruedas para trasportarse, tal como se expresa en la figura.

La manera de funcionar el aparato es muy sencilla: el serrín se vierte por la tolva T, que cae naturalmente sobre la rejilla primera G, que se construye con ladrillos refractarios; sobre ella se resecan los residuos de la madera, que caen despues sobre la

verdadera rejilla del hogar G, cuyas barras están muy próximas unas á otras. Al frente exterior del hogar, y sobre el piso de la rejilla, se encuentra la puerta del mismo R para extender bien el combustible conforme vaya cayendo de la tolva T; debajo está el cenicero C, con su puerta P lateral que facilita la entrada del aire.

La tolva T está cerrada con una especie de trampa, siempre que no sea preciso introducir combustible, y cuya maniobra, por medio de una cadena con su tirador que vuelve sobre la correspondiente polea de retorno, se comprende al simple exámen de la figura última.

Para el buen desarrollo de la llama existe un tubo B adicional y anterior al que, atravesando la caldera, calienta el agua, como indica el grabado; por encima vuelven los humos á la chimenea que se supone colocada junto á la tolva. Estos aparatos pueden convenir mucho en las explotaciones de montes, donde se suelen descortezar maderas, serrarlas y aun escuadrarlas ligeramente por medios mecánicos que exigen máquinas de vapor, en cuyo caso nada más á propósito que utilizar en ellas los residuos de estas labores, aplicando al efecto el género de aparatos de que hemos hecho mérito.

Eleccion de un motor

El llamado á adquirir una máquina de vapor desde luego ha de verse comprometido, pues el industrialismo moderno redobra los esfuerzos en punto á anuncios, reclamos y medios de propaganda en términos tales, que aun sorprenden á veces al más experto, valiéndose los representantes y agentes de mil ardides, prolijos de enumerar.

Por otra parte, el profano en estos asuntos no es extraño que se deje alucinar ante dibujos preciosos, certificaciones de ensayos sorprendentes bajo firmas distinguidas, colecciones de periódicos con sus reclamos correspondientes y bombos estrepitosos, y no digamos nada respecto á lo que ocurre en las Exposiciones industriales, donde todo, artísticamente colocado, conspira contra la serenidad de ánimo, aun de los más escépticos, donde se gasta una empresa muchos miles para adornar la máquina ó aparato con que se quiere atraer al público.

Tampoco puede hacerse caso en absoluto de los premios alcanzados en los certámenes, por razones que no son de este lugar, pero que desde luego están al alcance del discreto lector.

Por lo tanto, aconsejamos al que necesite una máquina que busque persona inteligente, de reconocido crédito y de respetabilidad, que le asesore, sobre todo si se trata de un gran motor que represente mucho valor intrínseco. Sin embargo, el interesado puede atenerse á las reglas siguientes:

Los pequeños motores, ó sean de poca fuerza, consumen más carbon, agua y engrase por unidad de trabajo que los grandes propulsores, llegando esta relacion de gastos á un doble en los límites extremos; así, pues, lejos de subdividir los motores en una fábrica, conviene en lo posible producir la fuerza con una sola máquina.

No obstante, debemos advertir que jamás conviene instalar un motor superior en fuerza á la que se necesita, pues si bien casi todas las máquinas producen el esfuerzo que se quiera, no verifican esta ventaja en razon del gasto, es decir, que á mitad de trabajo no gastan la mitad de combustible, agua y engrase, sino mucho más, aparte de que el gasto excesivo de instalacion y reparaciones será mayor gravámen sobre la produccion, que conviene evitar en toda industria. En su consecuencia, debe calcularse bien el trabajo que se necesita, y con arreglo á él adquirir la máquina con igual fuerza efectiva; y si precisa algo más de trabajo, modificando la expansion, sabido es que en casi todos los sistemas se logra un aumento prudencial, que puede vencer cualquier necesidad imprevista de la produccion, y nada más. Teniendo entendido que es mucho mejor, en el caso de aumentar esta produccion de una manera decisiva y regular, adquirir un nuevo motor que ayude con otra trasmision distinta al trabajo de la fábrica, ó si no, instalar una nueva máquina más poderosa, que desde luego será lo más conveniente.

A este propósito diremos que sólo en casos extraordinarios deberá actuar más de una máquina de vapor sobre un eje, aunque tengan igual fuerza, pues como una puede excederse más ó menos en su velocidad, resultarán siempre irregularidades en la marcha, y por consiguiente, pérdidas que imposibilitarán aunar los dos esfuerzos íntegros para aprovecharlos como se utilizarían trabajando ambas máquinas por separado.

Para elegir una máquina de condensacion es preciso disponer del agua necesaria (sobre 300 litros por caballo y hora), y si no se tiene facilidad de tanto caudal, es preciso apelar al establecimiento de grandes depósitos para enfriarla, que tengan poco fondo y gran extension superficial. Hay que calcular, pues, si las economías de combustible con el uso del condensador compen-

san los gastos que ocasione el proporcionarse agua fría en cualquiera de estos casos.

Por fin, decidirá en ocasiones la elección del motor el gasto diario del maquinista, pues hay máquinas que, si bien economizan carbón, etc., precisa para su manejo, dada su complicación, un buen maquinista y fogonero, que pueden ganar 3, 4 ó 5 pesetas diarias cada uno, en cuyo caso, si se trata de un pequeño motor, no compensará dicha economía el mayor gasto que exige el maquinista de cualquier locomóvil sencilla, el cual puede ser un obrero que gane 2 pesetas, y aun ocuparle en algún trabajo manual del taller. Esta circunstancia será tanto más atendible cuanto más barato esté el carbón en la localidad de que se trate. Por este motivo se comprende únicamente que en determinados casos convenga establecer una locomóvil semi-fija de las más fáciles de manejar, mejor que una máquina fija con su generador separado.

Sobre el *pequeño motor doméstico* diremos que, aun cuando se persigue con ahinco su resolución, apenas se logran ventajas sensibles, y es lástima, porque de encontrar el tipo económico de tales propulsores dependen otros problemas de carácter industrial y social de suma importancia.

Hay muchas industrias manufactureras en que interviene la maquinaria de poca fuerza y en las que se fabrican objetos pequeños, y por lo tanto, fáciles de ejecutarse en el seno de la familia; pero si la máquina que realiza el trabajo necesita poca fuerza—menos de 3 ó 4 caballos—cuanto más pequeña es esta fuerza, en grado creciente sube el gasto que ocasionan sus funciones, resultando tan caro por tal concepto que imposibilita al operario trabajar en su casa.

El día feliz en que se invente el motor doméstico hasta $\frac{1}{4}$ de caballo de fuerza, de modo que gaste en proporción lo mismo que corresponde á igual potencia obtenida de un motor de 20 caballos, por ejemplo, este día el obrero no tendrá necesidad de salir de su hogar y recorrer el camino de perdición que media entre su domicilio y el taller, donde las malas compañías, las tabernas y otros peligros son el factor más importante del malestar social que se siente en el cuerpo obrero de los grandes centros fabriles. Además, logrando la producción económica en la misma casa, no se perdería tampoco el tiempo en las idas y venidas á la fábrica, y el obrero empezaría su trabajo por la mañana, al despertar de su sueño reparador, auxiliándole en sus tareas toda la familia, sin necesidad de enviar sus pobres hijos al taller, donde, al haberlo prematuramente por la escasez de recursos, tantas desdi-

chas causa á los jóvenes de las clases proletarias. Iguales ventajas se lograrían si fuese posible enviar económicamente la fuerza á domicilio, ya por medio del aire comprimido ó dilatado, como también impulsando vapor ó utilizando de cualquier modo algún gas, ó, por último, estableciendo una corriente eléctrica. Pero aunque todo esto se ha ensayado, tampoco se consigue nada práctico, por más que en teoría parezca resuelto el problema en las mejores condiciones.

En Birmingham, como en otras grandes ciudades manufactureras de Inglaterra, se observa palmariamente esta necesidad cuando se contempla en los barrios fabriles los célebres letreros que á la puerta de los talleres suelen poner bajo este epígrafe, *se alquila fuerza*, la facilidad de adquirir trabajo á poco precio, y es de ver allí cómo á lo largo de un árbol de trasmisión bullen familias enteras ejecutando los objetos más heterogéneos del mundo: unos tornean madera ó metales; otros ejecutan sombrerillos de paraguas, conteras, virolas, etc.; otros tejen; más allá se calan maderas; y así de este modo cada uno lleva su máquina y paga lo que le corresponde diariamente, según la fuerza que emplea.

Como quiera que los pequeños motores no satisfacen aun bajo el punto de vista industrial el verdadero fin económico que debe perseguirse en toda máquina, de aquí que no describamos los tipos más notables de estos motores dedicados á ciertas industrias de lujo, ó en casos muy determinados que no pueden interesar á la generalidad. Sin embargo, como modelo de pequeñas máquinas de vapor describiremos una que llamó la atención en París durante la última Exposición universal.

Consistía en un cilindro exterior, cortado hácia sus extremos por dos discos, entre los que se mueve otro cilindro macizo que tiene con el primero una generatriz de contacto. Este cilindro interior produce el movimiento de rotación merced á unas aletas, sobre las que obra el vapor entrando por los discos citados; el vapor actúa alternativamente, extendiendo y replegando dichas aletas. El trabajo á plena presión sobre cada aleta dura menos de una semi-revolución, acortándose tanto más este período cuanto mayor es la distancia que separa las dos ranuras de los extremos del cilindro interior, que hace las veces de émbolo. El vapor que ha trabajado sale al aire libre ó pasa á un condensador ordinario.

Esta máquina puede marchar á grandes velocidades, y su constructor presenta numerosos modelos de diversas fuerzas, hasta $\frac{1}{10}$ de caballo. Otra ventaja de estos motores consiste en su

poco peso y volúmen, pues el modelo de 1 á 2 caballos no pesa más de 40 kilógramos, y el de $\frac{1}{10}$ de caballo, que el inventor llama *hombre-vapor*, sólo llega á 3 kilógramos.

Hay otra porcion de sistemas en este género de motores; pero, industrialmente considerados, nos parecen todos, segun hemos dicho, anti-económicos para los efectos de la produccion, como debe entenderse en el día; así, pues, á nuestro juicio, y hasta el presente, no pasan de ser simples juguetes, mejores ó peores; pero cuya aplicacion no puede menos de ser dispendiosa, considerándolos dignos de figurar tan sólo en un gabinete de física recreativa.

Para concluir esta discusion, todavía debemos indicar que, respecto á los dos tipos de máquinas horizontales y verticales, es decir, las que tienen el cilindro horizontalmente colocado ó las que se construyen con este órgano en sentido vertical, nos decidimos por las primeras, cuando á ello no se oponga lo reducido de la estancia destinada al motor, en cuyo caso exigirá el segundo tipo.

Las máquinas horizontales se vigilan y engrasan mejor, por dominarlo todo el maquinista; además, la resistencia que opone á moverse el émbolo por su mucho peso es más regular, y en cuanto al peligro de ovalarse el cilindro en virtud del arrastre continuado del émbolo en estas máquinas, sabido es que no es tan grave, pues si los ajustes están bien hechos, todo queda reducido á alisar, al cabo de cuatro ó seis años de trabajo constante, dicho cilindro interiormente, para corregir este pequeño contra-tiempo.

Por lo demás, una buena máquina de vapor ha de funcionar sin ruidos, que anuncian choques en perjuicio de la fuerza efectiva del motor, de la regularidad de su marcha y de su buena vejez.

Más adelante examinaremos los medios prácticos para reconocer las cualidades que debe reunir una máquina de vapor en sus diversos órganos, si ha de funcionar en las buenas condiciones que quedan referidas.

Entre tanto, pasemos á ocuparnos de los cálculos relativos á las máquinas de vapor que hemos estudiado, á fin de que cuantos posean algunas nociones de Álgebra elemental puedan aplicarlos con éxito á la determinacion de las dimensiones que deban tener los órganos de estos motores para la produccion de una fuerza dada y viceversa, ó sea, cuando es conocida la máquina, calcular su fuerza.

Cálculo de las máquinas de vapor

Sean: F , la fuerza inicial en caballos que se verifica en el cilindro.

F' , la efectiva que produce el motor.

P , la presión absoluta del vapor en el cilindro, apreciada en kilogramos por centímetro cuadrado.

P' , la presión media que se ejerce sobre el émbolo, también en kilogramos y por centímetro cuadrado.

p , la contra-presión que sufre el émbolo, apreciada asimismo en kilogramos y por centímetro cuadrado.

S , sección del cilindro en centímetros cuadrados.

D , diámetro del cilindro.

v , velocidad del émbolo en metros por segundo.

n , número de vueltas del volante ó dobles emboladas por minuto.

c , carrera del émbolo en metros.

c' , parte de dicha carrera, comprendida durante la admisión del vapor.

a , altura inferior del cilindro, comprendida en los espacios perjudiciales de ambos lados.

De estos últimos datos se deduce que:

$\frac{c'}{c}$ es la relación aparente de la expansión, que llamaremos r , y

$\frac{c'+a}{c+a}$ será esta misma relación efectiva, que llamaremos r' .

La fórmula que da la velocidad del émbolo es:

$$v = \frac{2nc}{60} = \frac{nc}{30}$$

De esta fórmula se deduce el valor de n en función de la carrera y número de vueltas del eje motor, resultando que

$$n = \frac{30v}{c}$$

Para deducir la fuerza en caballos que se verifica en el cilindro se emplea esta otra fórmula:

$$F = \frac{nSc}{30} \cdot \frac{P'}{75}$$

y sustituyendo en vez de $\frac{nc}{30}$ su valor v , esta fórmula se presentará bajo este otro modo:

$$F = \frac{vSP'}{75}$$

Para averiguar la presión media P' se hace uso de la relación $P' = KP - p$, en la que K es un coeficiente práctico que varía con la expansión, ó sea con $\frac{c'}{c}$, es decir, con el cociente que resulta de dividir la parte de carrera del émbolo durante la admisión del vapor por el total de dicha carrera, que se denomina la *expansion*.

Hé aquí los valores de K , según varían las expansiones desde $\frac{1}{15}$ á $\frac{9}{10}$:

| Expansion | Valor de K | Expansion | Valor de K |
|----------------|------------|----------------|------------|
| $\frac{1}{15}$ | 0,3230 | $\frac{3}{10}$ | 0,6845 |
| $\frac{1}{12}$ | 0,3585 | $\frac{1}{3}$ | 0,7196 |
| $\frac{1}{11}$ | 0,3739 | $\frac{4}{10}$ | 0,7813 |
| $\frac{1}{10}$ | 0,3919 | $\frac{1}{2}$ | 0,8556 |
| $\frac{1}{9}$ | 0,4131 | $\frac{6}{10}$ | 0,9117 |
| $\frac{1}{8}$ | 0,4386 | $\frac{2}{3}$ | 0,9404 |
| $\frac{1}{7}$ | 0,4697 | $\frac{7}{10}$ | 0,9523 |
| $\frac{1}{6}$ | 0,5086 | $\frac{3}{4}$ | 0,9675 |
| $\frac{1}{5}$ | 0,5588 | $\frac{8}{10}$ | 0,9796 |
| $\frac{1}{4}$ | 0,6258 | $\frac{9}{10}$ | 0,9951 |

La presión de la caldera excede en 1 á 25 por 100 la presión inicial en el cilindro, que hemos llamado P , según esté más ó menos resguardado el tubo de conducción del vapor y la longitud del trayecto que recorra.

La contra-presión, que hemos denominado p , es por centímetro cuadrado, de $0^{\text{kg}},15$ á $0^{\text{kg}},33$ cuando las máquinas están provistas de condensador; lo general es tomar 0,28 para esta expresión. Cuando las máquinas no tienen condensador puede asignarse valores á esta contra-presión entre $1^{\text{kg}},05$ y $1^{\text{kg}},09$, siempre que el escape del vapor se encuentre bien expedito, y $1^{\text{kg}},1$ á $1^{\text{kg}},3$ cuando funcione con algún entorpecimiento. En las locomotoras se utilizan estos últimos valores.

Ahora bien; como quiera que la fuerza efectiva F' no puede

ser la inicial que hemos calculado, sino menor por las pérdidas naturales de rozamientos y otras resistencias pasivas del vapor, cambios de movimiento, etc., veamos las relaciones que para $\frac{F'}{F}$ ha determinado la experiencia, según la fuerza y clase de máquinas que estemos llamados á calcular, teniendo presente que para las máquinas de un solo cilindro la fuerza efectiva es menor entre un 20 ó un 30 por 100 á medida que es de menos potencia que la inicial, calculada por el procedimiento anterior.

Hé aquí esta relación $\frac{F'}{F}$ en cada caso particular y según las experiencias más acreditadas:

| Fuerza de la máquina en caballos de vapor F' | Máquinas sin condensación | MÁQUINAS CON CONDENSACION | |
|---|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| | | De un cilindro | De dos cilindros (Woolf ó compound) |
| 3 á 5 | 0,60 á 0,66 | » » | » » |
| 6 á 12 | 0,67 á 0,72 | 0,60 á 0,65 | 0,50 á 0,55 |
| 15 á 25 | 0,73 á 0,77 | 0,66 á 0,70 | 0,56 á 0,60 |
| 30 á 50 | 0,78 á 0,82 | 0,71 á 0,75 | 0,61 á 0,65 |
| 60 á 100 | 0,83 á 0,85 | 0,76 á 0,78 | 0,66 á 0,68 |
| 100 á 200 | » » | 0,79 á 0,81 | 0,69 á 0,71 |

Estas cifras podrán elevarse prudencialmente cuando la máquina esté muy bien hecha, pues como es lógico tendrá menos resistencia pasiva.

El diámetro del cilindro para una máquina cuya fuerza efectiva esté determinada, se podrá obtener por la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{4}{\pi}} \sqrt{\frac{84,75 F'}{v(P' - f)}}$$

en que π es 3,14, ó sea la relación de la circunferencia al diámetro, y según sabemos, F' es la fuerza efectiva que deba tener la máquina.

v es la velocidad del émbolo en metros por segundo.

P' la presión media que se ejerce sobre el émbolo en kilogramos por centímetro cuadrado, y

$$f \text{ es igual á } \begin{cases} 0,121 + \frac{3,85}{D} & \text{para las máquinas con condensador} \\ 0,012 + \frac{5,1}{D} & \text{para las máquinas sin condensador.} \end{cases}$$

Por fin, hé aquí algunas relaciones prácticas que deben existir entre los elementos de las máquinas de vapor.

Para la longitud de la carrera del émbolo se toma generalmente de 1 á 2 diámetros del cilindro, y en las máquinas de extracción llega esta longitud á 3 diámetros.

La longitud de la biela debe ser igual á cinco veces la del manubrio, disminuyendo esta proporción en las máquinas de los buques y aumentándola en la de extracción.

Las velocidades del émbolo deben ser para las máquinas fijas ordinarias de 1 metro á 1^m,5; para las de gran velocidad de 1^m,5 á 2^m,5; para las destinadas á laminar y las locomotoras 3^m ó algo más; y para las que mueven directamente bombas no pasa de 0^m,45 á 0^m,65.

Valor económico de una máquina.—Se conoce por este nombre la relación entre el consumo de vapor C que ocasiona una máquina y la fuerza efectiva F' que produce.

La fuerza efectiva sabemos calcularla, y en cuanto al consumo de vapor véase la tabla adjunta, donde se indican un cierto número de valores de C referidos á la unidad de potencia para diversas condiciones de marcha:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| Potencia efectiva en caballos de vapor..... | 7 | | | 10 | | | 15 | | | 20 | | | 25 | | | 30 | | | 40 | | | | |
| Velocidad del émbolo.... | 1,16 | | | 1,22 | | | 1,29 | | | 1,35 | | | 1,4 | | | 1,43 | | | 1,49 | | | | |
| Sin condensador | Presion en la caldera en kilogramos por centim. cuadrado..... | 3 | r' | D | C | | | |
| | | 5 | 0,36 | 225 | 38 | 0,36 | 270 | 35 | 0,35 | 320 | 32 | 0,34 | 355 | 26 | 0,34 | 365 | 25 | 0,34 | 400 | 24 | 0,33 | 445 | 22 |
| | | 6 | 0,33 | 166 | 32 | 0,33 | 192 | 29 | 0,3 | 232 | 24 | 0,29 | 260 | 22 | 0,29 | 285 | 21 | 0,29 | 300 | 20 | 0,28 | 340 | 18 |
| | | 7 | 0,3 | 155 | 31,5 | 0,3 | 180 | 28,5 | 0,29 | 215 | 23,5 | 0,27 | 240 | 21,5 | 0,27 | 255 | 20 | 0,27 | 280 | 19 | 0,26 | 310 | 17,5 |
| | | 7 | 0,3 | 142 | 31 | 0,3 | 165 | 28 | 0,28 | 195 | 23 | 0,26 | 225 | 21 | 0,26 | 240 | 19 | 0,26 | 255 | 18 | 0,25 | 290 | 17 |
| Con condensador | Presion en la caldera en kilogramos por centim. cuadrado..... | 2 | 0,33 | 220 | 34 | 0,32 | 260 | 30 | 0,3 | 310 | 26 | 0,29 | 345 | 23 | 0,28 | 375 | 21 | 0,28 | 400 | 20 | 0,27 | 450 | 19 |
| | | 3 | 0,30 | 190 | 33 | 0,29 | 220 | 29 | 0,28 | 265 | 25 | 0,27 | 315 | 22 | 0,26 | 325 | 20 | 0,26 | 345 | 19 | 0,25 | 395 | 17 |
| | | 5 | 0,27 | 156 | 31 | 0,27 | 180 | 28 | 0,26 | 215 | 24 | 0,25 | 240 | 21 | 0,24 | 265 | 19 | 0,23 | 290 | 17 | 0,22 | 325 | 15,5 |
| | | 6 | 0,26 | 146 | 30 | 0,26 | 170 | 27 | 0,25 | 200 | 23 | 0,24 | 225 | 20 | 0,23 | 245 | 18 | 0,22 | 265 | 16 | 0,21 | 295 | 14,5 |
| Potencia efectiva en caballos de vapor..... | 50 | | | 60 | | | 100 | | | 125 | | | 150 | | | 180 | | | | | | | |
| Velocidad del émbolo.... | 1,54 | | | 1,58 | | | 1,73 | | | 1,81 | | | 1,86 | | | 1,96 | | | | | | | |
| Sin condensador | Presion en la caldera en kilogramos por centim. cuadrado..... | 3 | r' | D | C | | | |
| | | 5 | 0,33 | 490 | 20 | 0,32 | 525 | 19 | 0,32 | 645 | 18 | 0,31 | 705 | 17 | 0,31 | 755 | 16,5 | 0,31 | 805 | 16 | | | |
| | | 6 | 0,28 | 370 | 17 | 0,27 | 410 | 16 | 0,27 | 500 | 15 | 0,26 | 560 | 14,5 | 0,26 | 595 | 14 | 0,25 | 650 | 13,5 | | | |
| | | 7 | 0,26 | 340 | 16,5 | 0,25 | 380 | 15 | 0,25 | 460 | 14 | 0,24 | 515 | 13,5 | 0,24 | 550 | 13 | 0,23 | 590 | 12,5 | | | |
| | | 7 | 0,25 | 320 | 16 | 0,24 | 350 | 14 | 0,23 | 435 | 13 | 0,22 | 480 | 12,5 | 0,22 | 515 | 12 | 0,21 | 560 | 11,5 | | | |
| Con condensador | Presion en la caldera en kilogramos por centim. cuadrado..... | 2 | 0,26 | 500 | 17 | 0,26 | 545 | 16 | 0,25 | 665 | 15 | 0,25 | 720 | 13,5 | 0,25 | 775 | 12 | 0,24 | 840 | 12,5 | | | |
| | | 3 | 0,24 | 440 | 16 | 0,24 | 465 | 15 | 0,22 | 590 | 14 | 0,22 | 635 | 13 | 0,22 | 655 | 12,5 | 0,21 | 730 | 12 | | | |
| | | 5 | 0,21 | 360 | 15 | 0,21 | 385 | 14 | 0,2 | 480 | 13 | 0,2 | 525 | 12 | 0,2 | 555 | 11,5 | 0,18 | 610 | 11 | | | |
| | | 6 | 0,20 | 330 | 14 | 0,20 | 355 | 13 | 0,19 | 440 | 12 | 0,19 | 480 | 11,5 | 0,19 | 515 | 11 | 0,17 | 570 | 10,5 | | | |

En este cuadro r es el grado de expansion más conveniente; D expresa el diámetro del cilindro en milímetros, y C es el consumo ó gasto de vapor que corresponde á los demás datos que en él se consignan.

El valor económico $\frac{C}{P'}$ varía segun el sistema de máquinas que se emplee; así puede admitirse como buena una máquina sin condensacion cuando dicho valor se encuentra entre 15 y 25 kilogramos, y de 10 á 12 para las que tengan condensador, habiendo algunos tipos que llegan á 8 kilogramos, que como sabemos es un buen resultado.

Bomba de alimentacion.—La cantidad de agua que exige una máquina de vapor por hora y caballo varía entre 15 á 30 litros, y únicamente en las buenas máquinas perfeccionadas desciende este gasto á 10 litros cuando menos. Para que una bomba de alimentacion esté bien calculada es preciso que suministre á la caldera tres veces más agua que la estrictamente necesaria.

Hé aquí la fórmula que debe emplearse para determinar el diámetro d de la bomba de alimentacion:

$$d = D \sqrt[3]{\frac{2 v (r + m)}{900 v'}}$$

en ella D es el diámetro del cilindro de la máquina.

v , velocidad del émbolo en metros por segundo.

v' , velocidad correspondiente á la bomba de alimentacion.

r , relacion aparente de la expansion que hemos llamado $\frac{C'}{C}$, y

$m = \frac{a}{c}$, ó sea la relacion entre la altura total del cilindro de la máquina y la carrera del émbolo.

Datos empiricos.—Como datos empiricos de dimensiones adecuadas á los cilindros de las máquinas de vapor ordinarias desde 1 hasta 25 caballos, véase el cuadro adjunto, que puede servir tambien para apreciar la fuerza de las mismas con bastante aproximacion, sin más que medir el diámetro del émbolo y su carrera:

| Caballos | Diámetro del émbolo | Carrera del émbolo | Caballos | Diámetro del émbolo | Carrera del émbolo |
|----------|---------------------|--------------------|----------|---------------------|--------------------|
| | Milímetros | Milímetros | | Milímetros | Milímetros |
| 1 | 102 | 203 | 8 | 241 | 394 |
| 2 | 114 | 229 | 10 | 254 | 457 |
| 3 | 140 | 279 | 12 | 305 | 508 |
| 4 | 165 | 330 | 15 | 356 | 610 |
| 5 | 178 | 343 | 20 | 406 | 711 |
| 6 | 203 | 356 | 25 | 457 | 812 |

La velocidad del émbolo debe ser para las máquinas fijas ordinarias de 1^m á 1^m,5, para las de gran velocidad de 1^m,5 á 2^m,5 (llegando á 3 metros ó más en las locomotoras) y para las que mueven directamente bombas de extracción de agua no debe exceder de 0^m,45 á 0^m,65.

Máquinas Woolf y Compound.—A fin de aplicar estos cálculos á las máquinas de dos cilindros, se consideran las de Woolf de dos cilindros como las ordinarias de uno solo de iguales dimensiones al mayor de ambos que caracterizan aquel sistema, puesto que el mismo vapor que trabaja en el pequeño es el que verifica la expansión en el grande; de modo que el primer trabajo inicial en aquel á toda presión es como si se hubiera realizado en este previamente; así, pues, la única circunstancia que debe tenerse en cuenta aquí es la relación de volúmenes de ambos cilindros, que no deberá pasar de un quinto para la mejor utilización del vapor.

Cuando se verifica algo de expansión en el cilindro pequeño antes de pasar al grande, se logra mayor normalidad en la marcha, por cuanto que se regulariza mejor el esfuerzo sobre los dos émbolos.

De modo que para calcular este sistema de máquinas se las considera como las ordinarias de expansión con un solo cilindro (el mayor), considerando á dicha expansión como la relación entre el volumen de la admisión correspondiente al pequeño cilindro y el volumen total del grande.

Por lo demás, considerando dada aquella relación que llamaremos r , veamos las que convienen á la expansión real r' , contando los espacios perjudiciales, y á las de los volúmenes que recorren ambos émbolos, el mayor respecto del menor, que expresaremos con la letra R .

| | | | | | |
|------|--------|------|------|------|------|
| Para | $r =$ | 0,33 | 0,20 | 0,10 | 0,05 |
| Será | $r' =$ | 0,67 | 0,49 | 0,33 | 0,20 |
| | $R =$ | 2,00 | 2,44 | 3,31 | 4,00 |

Determinado el diámetro del cilindro mayor, que llamaremos D , el del cilindro menor d se hallará por medio de la fórmula

$$d = D \sqrt{\frac{r}{r'} \times \frac{c}{c'}}$$

en que c es la carrera del émbolo pequeño, y c' la del émbolo grande; esta longitud respecto á la anterior en la práctica varía poco, puesto que no se diferencia á lo sumo en una mitad de la primera.

En cuanto á las máquinas *Compound*, que son una modificación ventajosa de las anteriores, en obsequio de la regularidad y utilización de la fuerza, tan necesaria en los buques, se calculan como dos máquinas acopladas funcionando independientemente.

Conocido el volúmen del cilindro mayor, calculado como para una máquina de Woolf, se determina el volúmen que corresponde al pequeño de este sistema Compound, multiplicándole por $\frac{r}{r'}$.

Cuando se quiere variar el grado de expansion r es preciso naturalmente variar la relación de admision en ambos cilindros si se quiere conservar la igualdad de trabajos sobre los dos manubríos. Al efecto los aparatos especiales que modifican la expansion en los dos cilindros deben relacionarse bajo una sola palanca, de modo que accionando sobre ella se consiga la compensacion referida, para el buen efecto útil del motor.

Dimensiones del cilindro.—Conocido el diámetro D del cilindro, determinado segun la potencia del motor, vamos á fijar sus otras dimensiones, y las de los órganos y piezas que le son afectos.

El diámetro del vástago del émbolo debe ser entre $\frac{1}{8}$ á $\frac{1}{7}$ de dicho diámetro. El grueso de las paredes del cilindro, en milímetros, será llamándola e :

$$e = 20 + \frac{D}{100};$$

D debe expresarse en milímetros.

Los rebordes ó coronas del cilindro que sirven para fijar las tapas deberán ser algo más gruesas, de $\frac{9}{8}$ á $\frac{4}{5}$ de e .

Las tapas se ajustan en un rebajo de 5, 6 ú 8 milímetros, hecho en el interior, y que se acusa al exterior para no debilitar la resistencia del cilindro. El espacio libre que se deja á cada extremo será de 4 á 8 milímetros, segun sea la potencia de la máquina.

El diámetro de los pernos debe ser igual á e , y el grueso de las paredes de la caja de distribución deberá ser entre los $\frac{2}{3}$ y $\frac{3}{4}$ esta dimensión.

Condensacion.—La capacidad del condensador debe ser, comprendiendo los conductos que desde el distribuidor llegan á este aparato, de tres á cuatro veces el volúmen del vapor en presión que verifica el trabajo de cada embolada. Empíricamente se sigue para la determinación de esta capacidad la regla siguiente: hacerla igual ó media vez mayor que el volúmen del cilindro.

Se colocará el condensador todo lo más cerca posible del cilindro, procurando situarlo más bajo que este, á fin de evitar que por cualquier circunstancia refluya el agua al cilindro.

En los condensadores verticales entra por el centro en forma de surtidor cónico, que se regula exteriormente con un tapon de igual forma, y para aumentar las superficies mojadas en contacto del vapor, todavía conviene establecer aletas radiales de fundición desde el centro á las paredes del cilindro.

Cuando los condensadores son horizontales, el agua sale en forma de lluvia por un tubo central que se extiende á todo lo largo del aparato á la entrada de este tubo, y al exterior hay una llave de paso por donde se regula la entrada del agua, la que tendrá una sección total de salida equivalente á 70 milímetros cuadrados por caballo efectivo que produzca el motor.

No conviene producir una presión más baja de una atmósfera en el condensador, pues entonces la bomba de aire trabajaría sobrecargada, en cuyo caso lo que se economizase por un lado sería pérdida por otro. La mayor parte de los constructores regulan la presión en el condensador á 0^m,70 de altura de mercurio en el barómetro, lo que corresponde en el aparato, y por lo tanto de contra-presión en el cilindro, á un kilogramo por centímetro cuadrado. El maquinista no debe permitir que esta presión llegue más abajo de 0,57 (altura de mercurio), que corresponde á un cuarto de kilogramo para la contra-presión referida, lo que haría trabajar excesivamente á la bomba de aire, según queda dicho.

El agua llega al condensador á 12 ó 15° de temperatura, saliendo á 35 ó 40°, y el volúmen que se inyecta generalmente varía entre veinticinco y veintiocho veces el del agua de alimentación, ó sean unos 250 ó 280 litros por hora y caballo efectivos.

Conviene emplear para el condensador aguas de fuente ó manantial, mejor que las de río, por contener aquellas menos aire en disolución que estas.

Para llevar el agua al condensador precisa una bomba, calculada segun el volúmen del líquido que se necesite. Pero si el depósito se encuentra á una profundidad menor de 4 metros, la misma falta de presión que hay en el aparato basta para elevar el agua, prescindíéndose, por lo tanto, de esta bomba, si bien es necesario provocar esta corriente, ya enviando un chorro de vapor al condensador que desaloje el aire y se condense inmediatamente, produciendo el vacío que se desea, ó tambien haciendo marchar á brazo la máquina un corto período.

La bomba de aire.—Debe calcularse de modo que pueda extraer en cada embolada hasta ocho veces el volúmen de agua introducido en el condensador en el mismo período. Como regla empírica puede considerarse que este volúmen corresponde para los motores que trabajan con gran expansión á un décimo del total que constituya el interior del cilindro si la bomba que se establece es de doble efecto, y si no el quinto de dicho volúmen.

Cuando las aguas contienen muchas sales incrustantes, conviene volver á introducir en la caldera el agua del condensador, que, como destilada por la evaporacion no produciria los malos efectos del agua renovada continuamente del manantial ó rio donde se tome.

En este caso no debe obtenerse la condensacion por medio del agua, pues se sentirian los malos efectos que se trataban de evitar, empleando en su lugar las grandes superficies para la rápida condensacion que se necesita. Para ello, el vapor procedente del cilindro se le lleva sobre un haz de numerosos tubos de laton, de 15 á 20 milímetros de diámetro exterior y de $\frac{5}{4}$ de milímetro de grueso, por los que se hace pasar una corriente de agua fria que, como no se mezcla con la condensada, no compromete su pureza relativa que se trata de conservar.

La superficie total de estos tubos debe ser de catorce á veintidos veces la superficie de la rejilla de la caldera, ó sea de 2 á 3 centésimas de metro cuadrado por kilogramo de vapor que se necesite condensar. El agua, pues, que es preciso para este género de condensadores debe ser, segun las primeras cifras, cuarenta veces mayor que la condensada y treinta veces mayor si se toman las segundas cifras.

En virtud de estas proporciones, el agua condensada quedará á unos 45°, y la contra-presion del cilindro será próximamente de un kilogramo por centímetro cuadrado.

El agua condensada llevará las grasas de la lubricacion del

cilindro, y como aquellas suelen ocasionar ácidos que destruyen por corrosión la caldera, el cilindro y los órganos que le son afectos, de aquí que se recomienden para el engrase del cilindro los aceites que procedan de la destilación del petróleo, que, según parece, no se saponifican fácilmente.

Los tubos se unen á las placas por medio de pequeños aros de madera, á modo de virolas, que al humedecerse se hinchan y ajustan muy bien.

RECONOCIMIENTO, CONSERVACION Y MANEJO de las máquinas

Ante todo, al reconocer uno por uno los órganos de cualquier máquina de vapor es preciso cerciorarse de que su cilindro está completamente alisado, que conserva su forma circular exacta y que no tiene estrías ó rayaduras, pues con tales defectos, y siendo bien cilíndrico el émbolo, este no ajustará en parte ó en toda su carrera dentro de aquel, ocasionándose con este motivo fugas del vapor que no sólo le quitan su fuerza directa, sino que además producen contra-presiones al otro lado del émbolo, inutilizando en mucho el efecto útil del motor.

De igual modo es necesario fijarse en si el frente de las lumbreras, cuando la distribucion es del sistema antiguo de correderas, está bien plana y alisada, y cuando la distribucion es de llaves ó válvulas, examinar si ajustan perfectamente. Siempre que las superficies citadas no se encuentren en buenas condiciones, es preciso refrentarlas sin pérdida de tiempo, y con gran habilidad para no quitar más material que el preciso, á fin de que el émbolo ajuste herméticamente en el cilindro, y de igual modo la corredera de la distribucion sobre el frente de las lumbreras.

Hay que examinar tambien si el émbolo está en buenas condiciones para que no eche á perder el cilindro, es decir, si sus aros de presion están flojos, si ciñen demasiado ó si el material que los constituyen es demasiado duro que raya el cilindro.

El medio más práctico para cerciorarse del estado en que se encuentra el ajuste del émbolo, consiste en montar la máquina dejando sin poner una de las tapas del cilindro y situando á brazo el émbolo contra la tapa; en tal estado la máquina, se abre un poco el regulador para que el vapor empuje al émbolo muy despacio, é introduciendo una luz en el cilindro, se observa si pasa el fluido por algun punto del ajuste y en cualquier momento de la carrera; despues se cierra el regulador, se abre el purgador del cilindro y se vuelve el émbolo á brazo, actuando los hombres que se necesiten sobre el volante, hasta que vuelva á su posicion primitiva, reproduciéndose la experiencia cuantas veces se quiera á fin de cerciorarse de este ajuste, tan esencial á cualquier máquina.

Debe recomendarse al maquinista que engrase á menudo el

interior del cilindro, y al montador de la máquina que no apriete demasiado los aros del émbolo; y si estos los constituye uno ó varios muelles, conviene hacerlos de modo que no sea preciso un gran esfuerzo al introducirlos en el cilindro. Con estas precauciones, ni ocurrirán desgastes, ni excesivas pérdidas por frotamientos indebidos. Dichos aros serán de hierro ó bronce fundidos, pero que no resulten nunca más duros que el material del cilindro, pues se corre el peligro de los desgastes excesivos en este órgano, que tanto interesa su conservacion.

Al reconocer un antiguo cilindro debe observarse si hay en él y en sus órganos inmediatos partes enmohecidas con exceso, presentando superficies rugosas y aun carcomidas, en cuyo caso los estragos pueden ser de tal naturaleza que le hagan inservible, sobre todo cuando se exige una buena marcha en el motor. Estos efectos los ocasiona el empleo de aguas corrosivas en la produccion del vapor, y conviene desde luego desecharlas. Cuando no hay más remedio que emplearlas, como sucede en algunas minas donde no existen otras y generalmente predominan estas clases de aguas, deben substituirse las piezas de hierro por las de bronce, siempre que sea posible.

Cuando las tablas ó frentes de lumbreras por donde entra el vapor al cilindro estén rayadas, ó las válvulas ó llaves de paso del mismo tengan estrías que impidan en cualquier caso un ajuste tan absoluto como es necesario en estos órganos, conviene al maquinista reparar tales defectos, siempre que no sean de mucha consideracion.

Estas rayaduras ó estrías pueden notarse de varios modos: primero, colocando la corredera del distribuidor de modo que tape las dos lumbreras del cilindro, y dando entrada al vapor en aquel órgano, pronto se notará, abriendo las llaves purgadoras del cilindro, si pasa ó no el fluido, y si no tienen esta clase de llaves, es preciso levantar las dos tapas del cilindro para la ejecucion de este reconocimiento. Otro medio de verificarlo consiste, cuando está desarmada la máquina, en manchar con tiza, greda ó carbon la tabla de las lumbreras, ó las llaves ó válvulas de la distribucion, segun sea el sistema de máquinas, y pasar por su sitio una sola vez el órgano distribuidor, y es claro que si el ajuste es perfecto, desaparecerá de la superficie por completo toda la mancha que se hizo anteriormente, y si, por el contrario, quedan ráfagas ó puntos pintados, denuncian desde luego estrías ú oquedades que conviene quitar á todo trance; al efecto, nada mejor que emplear polvo muy fino de esmeril con agua ó aceite, frotando por igual

una contra otra las partes que se quieran ajustar. Esta operacion se ha de hacer con mucho tacto y sin obligar las piezas de un lado más que de otro; el maquinista deberá tener mucha paciencia, porque esta operacion es larga, y exige calma y tranquilidad. De vez en cuando ha de repetirse la prueba del segundo reconocimiento que hemos citado, para ver los resultados que se obtienen hasta el término de esta laboriosa operacion.

Desde luego, cuando el mal es grave, de modo que se noten muchos defectos al confrontar con el canto de una buena regla la tabla de las lumbreras, ó cuando las válvulas ó llaves cabeceen en sus ajustes sensiblemente, en tal caso el maquinista no puede remediarlo por sí, y precisa enviar la máquina á un buen taller de ajuste, donde la máquina de cepillar y el torno en cada caso deben reparar, manejadas por buenos operarios, estas averías.

Un maquinista celoso en el cumplimiento de su obligacion debe reconocer con frecuencia los órganos del motor á su cargo, repitiendo, siempre que verifique una limpieza general, cada dos meses cuando menos, las experiencias que hemos referido. De no proceder así, resultan males que se agravan más y más, hasta el extremo de no tener remedio lo que en un principio pudo ser cosa sencilla de reparar. Por ejemplo, nada más fácil que caerse dentro del cilindro una tuerca ó pieza del émbolo, ó haber dejado allí una herramienta ó tornillo; contratiempo que desde el primer instante debe conocer un buen maquinista celoso, por el ruido que hace el motor; pues bien, en este caso conviene parar en seguida el artefacto, levantar las tapas del cilindro y evitar así desperfectos demasiado graves que se ocasionarian con un solo dia de trabajo en tan malas condiciones. Por lo tanto, el maquinista ha de examinar hasta el ruido más insignificante que pueda llamar su atencion, sobre todo en las primeras horas de funcionar el motor; además, ser muy celoso en sus cuidados, y repetir con exagerada frecuencia los reconocimientos, limpieza y engrase de la máquina, hasta que la tenga perfectamente conocida.

Ajuste de los émbolos.—Siendo de dos clases estos órganos, unos de muelles ó resortes que aprietan el borde del mismo contra el cilindro, y otros de aros, de dos medios se valdrá tambien el maquinista para rectificar el ajuste cuando existan holguras. Ante todo se debe desmontar una de las tapas del cilindro, y segun hemos dicho, hacer obrar al otro lado el vapor; con esta prueba se anunciará desde luego si pasa vapor entre los contactos de ambos órganos, no debiendo preocuparse de que pase alguna lámina

de vapor muy ténue, pues esto no es peligroso, tanto más cuanto que si se nota estando parado el artefacto, en marcha no serian apreciable estas fugas poco sensibles; lo que se debe perseguir son las corrientes enérgicas, que sólo se producen cuando el émbolo está realmente flojo en su ajuste.

Si el émbolo es de muelles separados, se aprietan las tuercas de los mismos para que fuercen la presion, quitando préviamente el platillo y volviéndolo á colocar despues para repetir el experimento referido del vapor. Con esta clase de émbolos debe cuidarse de que el centro de los mismos ocupe tambien el centro virtual del cilindro, lo que se consigue apretando ó aflojando las tuercas de los muelles que convenga. Si el émbolo es de aros de fundicion de hierro ó de bronce, en este caso se abren á martillo, golpeándolos por la parte cóncava contra un madero, y de este modo, dando de sí interiormente, se desarrolla el aro lo que sea preciso. Esta operacion exige mucho tacto, pues hay que dar los golpes muy bien repartidos y flojos, de manera que abran el aro medio milimetro á lo sumo para cada decimetro de diámetro que tenga el cilindro, y así el ajuste quedará con la presion debida para la buena marcha del motor.

No todos los cilindros deben engrasarse, pues hay algunos que no lo necesitan; la mejor prueba de esta necesidad consiste en cierto chillido que se nota dentro del cilindro y que desaparece acelerando la marcha cuando se engrasa.

No debe abusarse, ni mucho menos, del engrase en los cilindros, pues como son órganos que de tarde en tarde se registran, pueden aglomerarse sustancias metálicas propias del desgaste, y otras extrañas que arrastra el vapor, originándose un barro especial que entorpece los muelles del émbolo y ocasiona deterioros por corrosion en el cilindro, difíciles de reparar. Se recomienda la buena cualidad del aceite destinado á engrasar el interior de éste órgano, cuando sea indispensable verificarlo, segun hemos dicho anteriormente.

Las cajas de estopas.—Son los órganos destinados á dar paso á los vástagos de los émbolos, sin permitir que lo verifique el vapor.

La figura 48 adjunta da una idea exacta de estos órganos, por más que en el caso que expresa el grabado se aplique á otro objeto, cual es dar paso á una varilla á través de un piso.

De dos partes consta este órgano: de *la caja T T* propiamente dicha, y del *prensa-estopas M*. Para su buena conservacion deben renovarse de vez en cuando las estopas, pues con el calor y la

grasa llegan á endurecerse tanto, que para ajustarse al vástago precisa oprimirlas mucho, de modo que pueden hasta entorpecer la marcha del motor; así, pues, cuando se note rigidez en los movimientos del vástago, debe levantarse la tapa M y reconocer el cáñamo, que de seguro estará endurecido, exigiendo su renovación; lo primero será limpiar bien todo el órgano, y en seguida

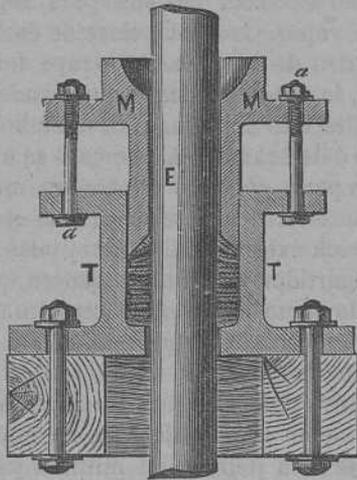


Figura 48

preparar trenzas gruesas y flojas de buen cáñamo fino, que se impregnan de aceite y se van colocando en la caja T T, alrededor del vástago E, y cuando se llene se ajusta la tapa M, oprimiéndola poco á poco por medio de los pernos a a, actuando con una llave, pequeña precisamente, sobre las tuercas respectivas: en esta última operación debe obrarse con tacto, pues ni se debe oprimir un lado más que otro ni exagerar tampoco la compresión; por eso se aconseja el empleo de una llave pequeña. El mejor indicio de haber llegado á una compresión conveniente será aquel en que, actuando el vapor dentro del cilindro, no se note fuga alguna alrededor del vástago.

El *caoutchouc* que se intenta emplear en vez del cáñamo no da tan buen resultado como este, porque se endurece en seguida, y además le disuelven las grasas.

El prensa-estopas debe oprimirse con buen tacto, repetimos, pues se han dado casos de que una compresión exagerada ha de-

terminado roturas en varillas y tirantes de correderas de la distribución y bombas accesorias á estas máquinas.

MONTAJE.—Para reconocer el buen montaje de los motores que nos ocupan es preciso examinar una por una las circunstancias que vamos á examinar.

Horizontalidad del eje motor.—Para comprobarla, lo más común es colocar un nivel de aire encima del eje, pero con las precauciones siguientes: primero se examina con un compás de gruesos si dicho eje está bien torneado, es decir, si es un cilindro circular exacto; despues, valiéndose de una regla ó mejor de una escuadra apropiada al caso, se trazan con tiza ó con un pincel mojado en tinta dos líneas opuestas, paralelas al eje virtual del mismo, y sobre ellas se coloca el nivel de aire, dando vuelta al volante para determinar las dos posiciones que se necesitan.

Otro medio consistirá en suspender una plomada al lado del volante de la máquina, y girando este, observar si siempre resulta equidistante del hilo de la plomada por arriba y abajo, en las posiciones recíprocas en que se coloque. Si no está montado el volante, se puede fijar al eje de cualquier modo un liston y observar si su extremo en dos posiciones simétricas, resulta á igual distancia del hilo de la plomada. El maquinista ó montador debe ser muy escrupuloso en estas comprobaciones, hasta asegurarse de que el eje motor está perfectamente horizontal, pues de lo contrario, ocurrirán choques y recalentamientos en los cojinetes, con grave perjuicio de la máquina (que se estropeará al cabo de poco tiempo) y de la fuerza efectiva de la misma (que resultará disminuida notablemente).

Comprobacion de la perpendicularidad del eje virtual del cilindro respecto al eje motor de la máquina.—Cuando la máquina es horizontal, se desmontan las tapas del cilindro y se pasa un hilo por su interior y por el agujero central del *taco*, que, resbalando por las correderas, sirve de enlace al vástago del émbolo y extremo de la biela; este hilo se coloca atándole por sus extremos á dos puntos cualquiera, pero cuidando de que quede bien en el centro del cilindro, á cuyo efecto el operador, provisto de un compás, determinará las desviaciones que han de hacerse en el hilo hasta que quede perfectamente centrado; terminada esta primera operación, se observará ante todo si el hilo pasa por el agujero del *taco* sin forzar su dirección, y en caso afirmativo, este órgano se encuentra bien situado; de lo contrario, la máquina estaria mal construida ó mal montada. Debe moverse dicho *taco* á todo lo largo de las guías para observar la circunstancia que nos ocupa, por

ser de sumo interés, y si se nota alguna desviacion en el hilo, es preciso corregir las posiciones de las guías hasta que se cumpla la condicion esencial de hallarse bien centrado el referido órgano.

Cuando la máquina sea vertical, lo que procede para la determinacion del eje será colocar una plomada, centrándola bien y haciendo pasar el hilo por el agujero del taco como en el caso anterior, comprobando así, tanto la verticalidad del cilindro, como la centracion del taco, y por consiguiente, la buena direccion del vástago del émbolo.

Hecho esto para examinar si el eje motor de la máquina está á escuadra con el cilindro, deben medirse las distancias del extremo del manubrio, en dos posiciones opuestas, pero en igual direccion del hilo, á este, y si son iguales, evidentemente el referido eje es perpendicular al del cilindro, que es la comprobacion que se deseaba verificar. En caso contrario, se alterarán las posiciones de los soportes del eje motor, hasta que resulten iguales dichas distancias.

Máquinas de balancin.— Cuando la máquina es de balancin (figura 3.^a), tambien debe ser perpendicular el eje motor al del cilindro, y además, el del balancin será paralelo al primero.

Para verificar estas comprobaciones se emplean procedimientos distintos. La primera se ejecuta restableciendo los puntos de los extremos del eje del balancin que sirvieron para tornearle, en caso de que hubiesen desaparecido; hecho esto, se cuelgan desde ellos exactamente dos plomadas largas que lleguen al piso, y en contacto con ellas se sitúa una regla bien horizontal y á la misma altura del eje motor; despues se miden las distancias del canto exterior de esta regla á los extremos del eje referido, y si son iguales dichas distancias, hay seguridad absoluta del paralelismo entre los dos ejes ya citados.

Otro método consiste en colocar horizontal el balancin, fijando al extremo de su eje de rotacion una regla bien aplomada y lo más larga posible; en seguida se hace oscilar dicho balancin, y á los puntos que marquen las extremidades de la regla se ajustan desde el techo dos plomadas respectivamente; despues de hecho esto, á dichas plomadas y en contacto libre con ellas, se fija un hilo horizontal á la altura del eje motor de la máquina, y es claro que si las distancias medidas desde los extremos del manubrio de este eje á dicho hilo en dos posiciones recíprocas, pero en direccion del mismo, resultan iguales, el paralelismo que se busca es exacto.

El montador ó maquinista discurrirá en cada caso particular el procedimiento que más convenga, y siempre, aun en las máquinas marinas, en que estas operaciones pueden ser más difíciles, valiéndose de escuadras, hilos, plomadas y reglas bien rectificadas, logrará cuantas comprobaciones necesite. Para medir las distancias que hemos dicho se emplearán compases especiales, con las puntas vueltas hácia afuera, según diremos más adelante, y cuando no sea esto posible, con reglas graduadas bien derechas. Además debemos advertir que la medicion de distancias sobre ejes con rebajos más ó menos profundos es preciso tenerlos en cuenta para evitar errores de apreciacion.

Para la segunda comprobacion, ó sea el reconocimiento de la perpendicularidad entre el eje ó árbol motor y el virtual del cilindro, nada mejor que reconocer, despues de la primera comprobacion referida anteriormente, si el balancin está bien ajustado á su eje de giro, es decir, si se mueve en un plano vertical.

Esta operacion prévia es muy sencilla: cuélguese una plomada desde el techo, de modo que su hilo quede casi en contacto con un costado extremo del balancin, y apréciese bien la distancia que le separe de un punto señalado en este órgano cuando se encuentre en una posicion extrema de su movimiento característico; vuélvase á su posicion recíproca hasta que de nuevo se encuentre dicha señal frente al hilo, y allí otra vez se aprecia la distancia que la separa del mismo hilo; ahora bien, si son iguales la primera y la segunda distancia, será indicio seguro de que el balancin se encuentra bien fijado; si no sucede esto, rectifíquese la acuñacion del órgano que nos ocupa hasta que no acusen diferencias sensibles aquellas distancias.

En seguida lo que procede es averiguar si el eje del cilindro se encuentra en la direccion marcada por el paralelógramo del balancin, y con ello resultará esta nueva comprobacion, que es muy esencial, y la otra que tenemos pendiente sobre la perpendicular de dicho eje del cilindro y el motor. Esta doble comprobacion se consigue desmontando las tapas del cilindro, el émbolo y su vástago; despues se pasa el hilo de una plomada por el agujero del taco, y si moviendo el balancin en sus tres posiciones, media y extremas, se observa que la plomada constituye el eje geométrico del cilindro, quedan verificadas todas las comprobaciones en este género de máquinas, las cuales, para el que conozca la *Geometria elemental del espacio*, puede explicárselas sencillamente, cerciorándose á conciencia de que el artefacto marchará en las mejores condiciones posibles. De aquí que aconsejemos á

los montadores de máquinas el estudio de la referida ciencia en el mayor grado que les sea posible.

Al verificar la última comprobacion pueden ocurrir errores precedentes del paralelógramo, que es preciso comprobar desde luego antes de intentar correcciones en la posicion del cilindro.

Préviamente es preciso cerciorarse de que el eje de los botones establecidos para la articulacion extrema del paralelógramo es horizontal; al efecto encima del balancin, y sobre dicho eje, se fija una regla, acuñaéndola convenientemente para que quede bien nivelada, y despues se mide la distancia de ella á los centros de estos botones, que, como diremos más adelante, pueden restablecerse cuando haya desaparecido. Para medir estas distancias deben emplearse compases que tengan una pierna recta, que se apoyará en el centro del boton, y otra vuelta hácia afuera para buscar el contacto con la regla.

Para comprobar el paralelismo de los diferentes ejes que lleva un balancin es conveniente emplear el compás de corredera, formado por una regla en la que á un extremo lleva fija una punta, y corriendo á todo su largo otra que se sujeta con un tornillo de presion en el punto conveniente para fijar una distancia determinada. Con este compás se examina si las distancias de los mismos ejes á un lado y á otro del balancin son iguales, y en caso afirmativo, hay una seguridad más de que los dichos ejes son paralelos.

Si á pesar de todas estas comprobaciones el agujero del taco no está bien centrado, es seguro que en ningun caso nos dará el resultado apetecido de pasar el hilo central del cilindro por el eje del agujero de dicho órgano. Por lo tanto, debe examinarse si el taco está bien hecho, á cuyo efecto se necesitan *bramiles* de los que se usan en las máquinas de cepillar para nivelar las piezas que en ellas se trabajan, y además el montador debe disponer de un tablero plano para observar con gran detenimiento si las caras que han de ajustar en las correderas son planas, si las distancias del agujero á estas caras son iguales, y por fin con escuadras metálicas, compases y reglas, rectificar la perpendicularidad del agujero sobre sus frentes, y por fin la perfeccion casi matemática con que debe estar hecho tan interesante órgano de cualquier máquina de vapor.

Cuanto podamos aconsejar respecto á la más rigurosa exactitud en la ejecucion de estas operaciones para reconocer el buen montaje de un artefacto de este género, es poco comparado con los desperfectos á que dan lugar los errores más insignificantes

cometidos en el paralelismo ó perpendicularidad de los ejes, según cada caso. Por otra parte, no tan sólo ocurrirán desperfectos por desgastes y calentamientos indebidos, sino que la máquina marchará con cierta rigidez, ocasionándose choques que consumirán trabajo útil.

Así, pues, el montador procederá con el mayor esmero y paciencia en sus operaciones, proveyéndose de buenos útiles para la mejor seguridad de sus trabajos.

Las plumadas serán hechas á propósito, con hilos finos, flexibles y homogéneos en toda su extension, y los pesos serán cilíndricos, suspendidos por el centro y con su terminacion en punta.

Respecto á compases, véase la figura 49 adjunta.

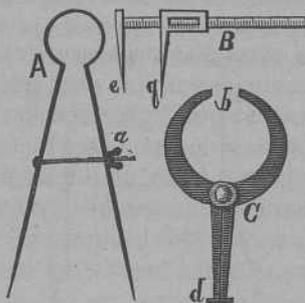


Figura 49

Estos tres compases, A, B y C, son los tres tipos principales á que hemos hecho referencia anteriormente.

A representa el compás común de piernas rectas, que lleva su tornillo *a* para fijar las distancias por si es preciso conservarlas por algun tiempo; consiste en un muelle de acero, tal como expresa el grabado, cuya tendencia es abrir las piernas del compás contenidas por el tornillo citado. Conviene además un par de compases ordinarios de charnela de cuatro á seis decímetros de longitud.

El compás B es el de *puntas*, á que hemos hecho referencia para medir largas distancias.

La punta *e* es fija, y la *g* corre á lo largo de la barra, situándose donde se quiera por medio de un tornillo de presión que no está indicado en la figura. Cuando este instrumento tiene su barra corta, se llama *calibrador de gruesos*, en cuyo caso lleva un *nonius* para apreciar hasta décimas de milímetro en los ins-

trumentos ordinarios de este género que usan los torneros y ajustadores, pues en los calibradores de precision se llega á mayores aproximaciones.

El compás C sirve para medir gruesos por la parte *b* y huecos por la parte *d*, hallándose dispuesto este instrumento de modo que cualquier medida, tomada por un lado, es idéntica á la que se señala por el otro.

Algunos de los compases ordinarios que necesita el montador de máquinas ya hemos dicho que han de tener las dos puntas dobladas hácia afuera, ó una sí y otra no, ya para medir las distancias entre dos ejes, ó para medir la que exista entre un hilo ó un punto respecto á un eje.

Escuadra para centrar.—Hemos dicho en varias ocasiones que de no conservar sus centros algunos ejes, es preciso restablecerlos, y para ello nada mejor que el uso de la *escuadra para centrar* que se manifiesta en el grabado figura 50.

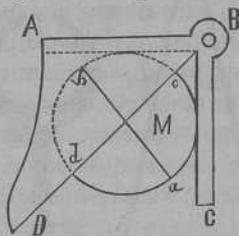


Figura 50

Consiste en una escuadra de metal ABC, sobre la que se fija, soldada, una chapa ABD; de modo que la línea BD divida exactamente en dos partes iguales el ángulo de la escuadra. Ahora bien; si queremos determinar el centro de una sección circular M, correspondiente á una pieza torneada, se coloca esta dentro de la escuadra, bajo el apéndice bisector, y se traza la línea *ac* con un lápiz ó buril; despues se cambia la posición de la escuadra y se traza otra *ab* del mismo modo, y en el encuentro de ambas rectas se halla el punto centro que buscamos.

Deben tambien tenerse á mano algunas escuadras y reglas de acero de varios tamaños, conservando estos útiles con mucho esmero para reservarles de toda clase de golpes, señales y hasta enmohecimientos que no les permitan ajustarse bien á las superficies.

Comprobados los principales elementos que constituyen la máquina de vapor, segun sus diversas clases, vamos á continuar este estudio por sus órganos generales que le son afectos.

Reconocimiento de los órganos de las máquinas.—Examinada una máquina en sus elementos principales, según acabamos de indicar, lo que procede es reconocer después al detalle uno por uno todos los órganos que la son afectos.

El taco, como hemos dicho, es una pieza cuya misión consiste en unir el extremo del vástago con la cabeza de la biela, que sirve para transformar el movimiento rectilíneo alternativo del émbolo en el circular continuo que se necesita en el árbol motor. Pues bien; esta pieza debe estar perfectamente hecha, y aunque hemos indicado algo sobre sus condiciones, cuando pertenece á las máquinas de balancin, donde funciona libremente, debemos insistir todavía en la investigación de tales condiciones cuando este órgano ha de marchar entre correderas, como sucede en casi todas las máquinas horizontales y aun verticales que no pertenecen á aquel sistema.

Ante todo es preciso reconocer si los ejes de los dos taladros que lleva esta pieza (uno para unirse con el vástago del émbolo y otro en sentido perpendicular al primero para enlazarse por medio de un pasador con la biela) se encuentran en un mismo plano. A este objeto se fijan unos cartones ó tablitas en las entradas de los taladros que hemos referido, donde se señalan con toda exactitud los centros de los mismos, y colocando el taco sobre el tablero de comprobaciones, sentándole alternativamente por los dos planos que le sirven para resbalar entre las correderas, se miden con un compás especial, y mejor con bramil, las distancias de dichos centros al plano del tablero; si resultan siempre iguales estas distancias es señal evidente de que los ejes están en un mismo plano, *paralelo á las caras ó planos de resbale entre las correderas*; verificación indispensable que se logra al mismo tiempo con esta sencilla operación.

Después es necesario comprobar la perpendicularidad de dichos ejes. Para ello se levanta el cartoncito ó tablita que se acopló en el taladro del vástago, y se coloca este, acuñándole perfectamente; en seguida se sitúa el taco sobre el tablero de comprobaciones, de modo que el eje del pasador para la biela quede horizontal, y hecho esto, se alinean dos hilos, uno en dirección del eje del pasador y otro en el del vástago; después se determinan las proyecciones de estos hilos sobre el tablero; cosa fácil de conseguir por medio de plumas pequeñas, pero bien hechas. Trazadas dichas proyecciones, se examinará con una escuadra si son perpendiculares, y en caso afirmativo, es segura también la perpendicularidad de los ejes referidos.

Movimientos de avance y retroceso del eje motor.—Muchas veces sucede que el árbol motor de las máquinas se corre en uno ó en otro sentido horizontal, debido casi siempre á empujes ó reacciones de engranajes cónicos. Este inconveniente debe corregirse tan pronto como sea notado; para reconocerle se pasa un hilo por el eje del cilindro, y se mide la distancia del mismo á la manivela ó anillo del boton ó pivote, segun cada caso particular, y la distancia apreciada debe ser igual naturalmente á la que existe entre el centro de la biela y el borde exterior del cojinete que corresponde á la referida manivela, teniendo en cuenta, por supuesto, el desgaste probable del borde del cojinete, que será tanto mayor cuanto más grande haya sido la desviacion del eje. Y tanto es así, que si el avance del árbol motor es hácia la parte del manubrio, en seguida se nota por el desgaste interior del cojinete. Si, por el contrario, se notara que la biela estaba forzada contra el manubrio y el defecto era de poca importancia, bastaria limar el borde del cojinete para corregir el defecto; pero si la diferencia en las distancias de la comprobacion referida llegase á 2 milímetros, en este caso seria preciso una comprobacion general en todos los órganos acunados sobre el árbol motor, y tal puede ser el defecto que para su arreglo sea preciso calzar con acero el extremo del manubrio, tornear y hacer trabajos que no puede ejecutarlos un maquinista.

A veces ocurre, aunque no con frecuencia, que el taladro del manubrio, donde se inserta el pasador para articularse con la biela, manifiesta desviaciones en su posicion, que debe ser siempre rigurosamente paralela al árbol motor de la máquina. Se reconoce este defecto pasando un hilo por este taladro, el cual, bien centrado, ha de ser paralelo al referido árbol motor de la máquina. Tambien puede verificarse la comprobacion colocando el pasador, y con reglas sobre su frente externa y plana, ó bien valiéndose de escuadras, examinar si los contactos con las primeras se verifican en posiciones recíprocas, ó si con las segundas, las partes cilíndricas que sobresalen del pasador fuera del manubrio se hallan á escuadra con este.

Calentamiento de los cojinetes.—Cuando, á pesar de todas las comprobaciones apuntadas, aun se nota que los cojinetes se calientan demasiado, en tal caso, antes de rectificar nuevamente aquellas comprobaciones, se debe reconocer si hay falta de engrase, ó si el aceite es de mala calidad, como asimismo si el agujero por donde pasa el aceite se halla obstruido, ó si están demasiado apretados los cojinetes, ó tambien si estos son de mala calidad, y

por último, es preciso además de estos reconocimientos, examinar el *gorron*, ó sea la parte que ajusta entre los cojinetes, por si existen holguras y presiones fuera de lugar producidas por desgastes, que á veces suelen ser causa de tales accidentes, y que ciertamente son los peores que pueden ocurrir en cualquier máquina. Para evitar todo contratiempo debido á estas últimas causas, conviene que los gorriones sean de acero blando ó templado, y los cojinetes de buen bronce algo duro.

El regulador de bolas.—El maquinista debe observar atentamente si marcha bien este órgano del motor, y al efecto reconocerá si las articulaciones juegan libremente, y si las bolas se elevan á su tiempo, es decir, cuando la máquina deba realizar su esfuerzo máximo, pues es lógico que si se levantan antes, se cerrará la entrada del vapor, y el motor no produciría todo el trabajo para que se le destina; y por el contrario, si excediendo el motor el límite de su velocidad las bolas no subieran lo suficiente, y no cerraran la entrada del vapor, en este caso el regulador no servía para nada, constituyendo un órgano inútil y aun perjudicial, porque consumiría fuerza. En el primer caso conviene, á ser posible, hacer que desciendan las bolas para que el órgano no sea tan ligero, y en el segundo acortarlas para lograr el efecto contrario.

Distribucion del vapor

Esta es la cuestion más grave y difícil de arreglar en una máquina de vapor, pues de ella depende, no sólo la economía del combustible, sino la buena marcha del motor y el aprovechamiento de toda la fuerza efectiva para que esté calculado.

Examinando la figura 3.^a puede comprenderse sin gran esfuerzo el sistema de distribucion que sirve de base á todos los demás llamados de corredera.

La distribucion se verifica tambien, como sabemos, tanto por medio de llaves de paso, como de válvulas, y últimamente se regula la expansion y se cambia la marcha de la máquina en las locomotoras con el auxilio del bastidor Stephenson y otros mecanismos que por intervenir directamente en la distribucion debemos estudiar en este capítulo.

Distribucion ordinaria de correderas.—La figura 51 adjunta expresa un corte de la corredera, lumbreras y hueco central para la salida del vapor despues de trabajar en el cilindro.

Desde luego se comprende que si la corredera cubre nada más

que el ancho de las lumbreras, el vapor estará entrando durante una embolada completa, en cuyo tiempo dará media vuelta el excéntrico.

Pero si á la corredera se la ponen *recubrimientos* interiores y exteriores, como expresa la figura, se podrán conseguir los buenos efectos y economías que siempre resultan al utilizar la expansión del vapor.

Estos recubrimientos se señalan en el grabado por pequeños apéndices, cuya extension indican las letras *e* é *i*. Veamos los efectos que producen. En el grabado se indica una posicion intermedia en el émbolo, de modo que sin haber llegado al fin de

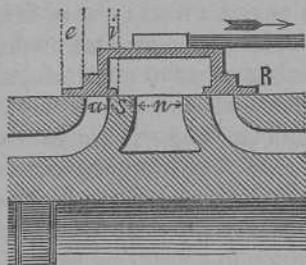


Figura 51

su carrera, ya no puede entrar ni salir más vapor; si consideramos la marcha de la corredera en la direccion de la flecha, el émbolo debe encontrarse hácia el costado opuesto, impulsado por la sola expansion del vapor, pues á causa del recubrimiento exterior R su entrada en el cilindro es lógico que se intercepte tanto más pronto cuanto mayores sean estos recubrimientos externos; los inferiores *i* interceptan de igual modo el escape del vapor al final de la carrera, conviniendo así para que la expansion de esta pequeña cantidad de vapor sirva de resistencia elástica y favorezca el cambio de movimiento en cada embolada.

Para regular una corredera de distribución de vapor se principia por determinar la longitud de la varilla de la corredera, y para ello se sitúa el excéntrico de modo que determine un final extremo de su carrera; entonces, valiéndose el maquinista de las tuercas de aproximacion, de que deben estar provistas dichas varillas, se acortan ó alargan estas, á fin de dejar descubierta por completo la lumbrera correspondiente á la posicion del excéntrico. En seguida se da media vuelta sobre el eje motor al vientre del excéntrico, y en este caso habrá de quedar descubierta la otra

lumbreira, y si no sucede así, es señal de que la carrera del excéntrico es corta; por el contrario, si sobrepasase la tapa de la corredera más allá de lo necesario para descubrir esta lumbreira, debemos deducir que la carrera del excéntrico es demasiado larga. En ambos casos, y cuando no es posible cambiar estos órganos, deben aceptarse, procurando compensar los errores alargando en el primer caso y acortando en el segundo la varilla de la corredera para que se repartan las diferencias.

Arreglada así la varilla, se procede á fijar el excéntrico en el sitio conveniente; al efecto se coloca el émbolo, provisto de su vástago y biela articulada al manubrio, al extremo de una carrera; en seguida se hace girar sobre el eje motor el vientre del excéntrico en el sentido que llevará la máquina, hasta que la lumbreira correspondiente á la posición del émbolo esté descubierta en una extension relacionada con la velocidad de la máquina llamada *avance de la admision*; el ángulo que forma la línea de los centros del excéntrico con la varilla constituye este avance, y ese ángulo varia entre 10 y 30°, segun cada caso; si la máquina trabaja á plena presión este ángulo de avance se fija en 18°. Hecho esto, se acuña el excéntrico provisionalmente, y se hace girar el volante hasta que el émbolo ocupe la otra posición extrema, y entonces el lugar que ocupe la corredera será simétrico á la primitiva, y si no lo fuese, debe corregirse la mitad de la diferencia que resulte valiéndose de las tuercas de aproximacion, y rectificando estas posiciones hasta que resulte la simetría, se concluye por acuñar definitivamente el excéntrico, quedando así arreglada la distribución.

Concluida esta maniobra, que debe hacerse con la mayor escrupulosidad y paciencia, se pone la tapa de la distribución, que naturalmente debió levantarse para verificarla.

Las proporciones más aceptables en las diversas partes de este organismo son como siguen.

Llamemos:

a, el ancho de las lumbreras.

b, el largo de las mismas.

s, la separacion entre cada una de aquellas y el hueco para el escape del vapor.

n, el ancho de este hueco ó lumbreira intermedia.

La relacion de *a* á *b* será en las máquinas pequeñas de $\frac{1}{6}$; en las medianas, de 5 á 15 caballos, de $\frac{1}{7}$, y en las de gran potencia, de $\frac{1}{9}$ á $\frac{1}{10}$.

La superficie de cada una de las lumbreras de admision de

vapor, ó sea el producto ab , será $\frac{1}{20}$ de la seccion recta é interior del cilindro.

Llamando r á la excentricidad del excéntrico, ó sea la distancia entre los centros del árbol motor y del círculo que constituye este órgano, tendremos que r será como unos $\frac{1}{5}$ de a , y conocida esta distancia, que será regularmente de unos 50 ú 80 milímetros, en funcion de ella podemos determinar los recubrimientos exteriores é interiores.

Los exteriores e (véase la última figura) serán cada uno $\frac{1}{4}$ de r , y los interiores i , $\frac{1}{20}$ de dicha distancia r (unos 2 milímetros, por regla general).

El avance á que hacemos referencia anteriormente medirá en línea recta sobre el ancho de las lumbreras de admision $\frac{1}{18} r$ (ó sea de 2 á 6 milímetros), y como máximo de esta distancia no debe pasarse de $\frac{1}{4}$ de a .

La separacion s se calcula tomando la mitad del ancho a de las lumbreras, y añadiendo 10 milímetros; dimension que debe ser igual á la calculada para el espesor del cilindro.

Generalmente el ancho de las lumbreras resulta de unos 20 á 40 milímetros. Admitiendo que el tubo de escape tenga igual seccion que cualquiera de las lumbreras laterales, debe darse á la central n una anchura de $a + r + i$.

Expansion obtenida por medio de dos correderas sobrepuestas (Véase la figura adjunta, número 52).—Cada corredera tiene su

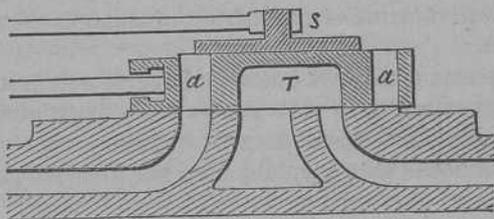


Figura 52

funcion especial: la primera T, inmediata á las lumbreras, es como las ordinarias, para cualquier máquina que deba trabajar á plena presion; de modo que siendo sola, serviría para la *distribucion* simple; y la segunda S, que va encima, se aplica exclusivamente para verificar la *expansion*; aquella consiste en una pieza con dos huecos a que la atraviesan por completo, y la última en una placa sencilla que en sus movimientos alternativos de tras-

lacion abre y cierra ambas entradas. La manera de funcionar este mecanismo es fácil de comprender: si suponemos acoplados los excéntricos al eje motor de la máquina, de modo que situando la corredera de distribución T al final de una carrera, la placa de la expansion S se haya trasladado ya algo para que cierre antes del tiempo en que aquella termine su carrera la lumbrera *a* por donde entre el vapor, es claro que la expansion se verificará, siendo esta tanto mayor cuanto más se avance dicho traslado de la placa superpuesta. Es preciso, sin embargo, no adelantar demasiado el avance en dicha placa, no sea que al verificar su retroceso se descubra la entrada del vapor antes de terminar la carrera del émbolo, y donde se está verificando la expansion entre de nuevo el flúido, produciendo choques que, como sabemos, inutilizan el debido aprovechamiento del vapor, al propio tiempo que ocasionan irregularidades en la marcha, de muy mal efecto en toda clase de máquina.

Para regularizar la expansion se principia por colocar los vientres de los dos excéntricos en una posicion semejante, y sirviéndose de las tuercas de aproximacion que llevará la varilla de la corredera S, se sitúa esta en medio de la inferior de distribución, que ha debido arreglarse previamente, segun hemos dicho en el párrafo anterior, para la distribución á plena presion. Hecho esto, se mueve el excéntrico de la corredera sobrepuesta, dándole un avance (que se determinará por tanteo) en el mismo sentido de la marcha.

El avance será preciso fijarle de modo que, sin resultar excesivo, previniendo el peligro arriba apuntado, corresponda al grado de expansion que se desee. Cuando se crea bien situado el excéntrico, se acuña y se dan á brazo dos ó más vueltas á la máquina para observar si el juego de las aberturas es simétrico sobre cada lumbrera *a a*, y por rara casualidad resultarán iguales los grados de expansion; para conseguir esta igualdad indispensable, se recurrirá á las tuercas de aproximacion, corrigiendo por mitades las diferencias que resulten, y despues de algunos tanteos moviendo tambien el excéntrico de la corredera S por si resultan avances exagerados en uno ó en otro sentido, se llegará á conseguir igual grado de expansion para cada lumbrera. De modo que, concretando, para corregir cada diferencia se actúa sobre el excéntrico y la varilla de la corredera de la expansion solamente, atenuando aquella por mitades, hasta alcanzar la simetria deseada.

Distribucion sistema Mayer.—Es igual en un todo á la anterior, solamente que la placa de la expansion está compuesta de dos

piezas en sentido longitudinal, de manera que puedan acercarse ó separarse á voluntad del montador cuando desee acortar ó alargar la expansion; de modo que si se separan las dos piezas de la placa en el sentido de su movimiento (que es en el que lo verifican), naturalmente se cerrarán más pronto las lumbreras de distribucion y la expansion aumentará; y por el contrario, si se acercan las placas, durará más la entrada del vapor, en cuyo caso la expansion será más corta.

Estas piezas las constituyen dos especies de soportes, cuyas so-
leras, muy bien aplanadas, sirven de placas; dichos soportes van montados sobre la varilla, que les da el movimiento propio para la distribucion, ajustándose á ella por medio de roscas hechas en direccion contraria; de manera que, haciendo girar la varilla en un sentido, se acercarán ambas piezas, y cuando se verifique la rotacion á la inversa se alejarán. Estos movimientos de la varilla pueden ejecutarse con independencia al de traslacion que imprime el excéntrico; así, pues, cuando el maquinista desee variar la expansion, puede verificarlo en marcha, sin más que volver dicha varilla en uno ó en otro sentido, sin otro inconveniente que acompañarla en su movimiento de vaiven.

Para regular este sistema de distribucion Mayer, se principia por fijar la longitud de la varilla, lo mismo que si se tratara de una corredera de placa simple, segun hemos dicho ya en el capítulo anterior; despues se acopla el vientre del excéntrico con el avance que se desee sobre el excéntrico del distribuidor. Cuando las máquinas tengan cambio de marcha, el excéntrico de las placas de expansion tendrá el vientre en direccion opuesta al manubrio que impulsa al eje motor.

Distribucion sistema Farcot.—Como los anteriores, es de correderas sobrepuestas, y que alejan ó acercan las distancias como en el de Mayer, pero automáticamente, segun lo exija á cada momento el trabajo de la máquina. Además comprende otra infinidad de perfeccionamientos, que constituyen el último adelanto en tan importante órgano.

En la figura 53 se expresa un corte, donde se aprecian perfectamente todos los organismos de este sistema de distribucion.

Las placas de expansion S S, que en el sistema anterior estaban unidas por medio de un tornillo, aquí están libres, y además no tienen varilla para sus movimientos, pues los verifican adheridas á la corredera de distribucion T, sobre la que se oprimen constantemente por medio de muelles que no se manifiestan en la figura por no complicarla, y además porque se comprende bien

la facilidad de establecerlos, debiendo advertir que esta adhesion puede verificarse tambien por la fuerza expansiva del vapor que obra en este órgano, y por multitud de sistemas de muelles que cada constructor altera como mejor lo estima conveniente.

Penetrado bien el lector de la libertad en que se encuentran las placas *S S* de la expansion, fijémonos en la manera de verificar con ellas la apertura y cierre de las lumbreras sobre que están colocadas para disminuir ó aumentar la expansion en el cilindro. Nada más fácil de comprender esto, si consideramos que en un momento dado tropiezan estas placas con algun apéndice; que se

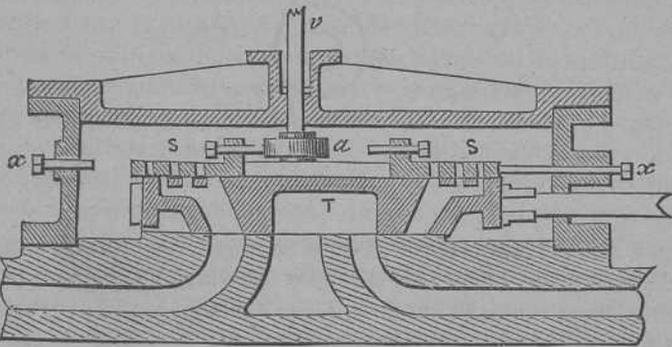


Figura 53

pueden fijar en ambos sentidos del movimiento de vaiven de la corredera, la cual, al seguir su marcha, cerrará la lumbrera correspondiente á los pocos instantes de que cese la placa sobrepuesta de seguir el movimiento que le imprimia la corredera á que está simplemente adherida, pero libre en ambos sentidos de la marcha.

Despues de esto, lo demás es fácil de comprender; ante todo, la lumbrera, como se ve en la figura, se ensancha á su salida para descomponer esta en varios filetes, y así el cierre se verifica más pronto, segun sabemos que conviene para que la expansion se verifique en buenas condiciones; respecto á los apéndices que detienen las placas de esta expansion, véanse los tornillos laterales *x x*, los cuales pueden hacerse avanzar desde afuera, y así antes de terminar la carrera el distribuidor, y en el punto que se quiera, tropieza la placa contra el apéndice, y al seguir aquel su marcha, en el acto se cierra la entrada del vapor, lográndose el

principio de la expansión cuando se quiera y casi instantáneamente.

Para que se abran estas lumbreras á la embolada siguiente, cuando vuelve en sentido inverso la corredera, hay en el centro de la caja de distribución, y entremedias de las placas libres que hemos referido, una pieza especial *a* (figura 54), cuya forma alargada puede, moviéndose alrededor de su eje, detener antes ó despues dichas placas de expansión, abriendo, por consiguiente, cuando convenga, las lumbreras para que empiece la admision del



Figura 54

vapor, que naturalmente será en el momento mismo que empiece cada embolada. Obsérvese que esta abertura se limitará más ó menos, segun la posición de la pieza *a* citada, y así se regulará la entrada del vapor, y por lo tanto su gasto.

Reflexionando sobre las posiciones que pueden tener estos apéndices y pieza *a*, es claro que el sistema Farcot constituye el procedimiento más perfecto de distribución del vapor que se conoce entre los de corredera, si bien es algun tanto complicado.

Este sistema se arregla primeramente corrigiendo la longitud de la varilla y la posición del distribuidor, lo mismo que en el sistema ordinario de una simple corredera, y despues la expansión, ya introduciendo más ó menos los tornillos *x x*, (figura 53), ó ya moviendo á un lado ó á otro la pieza *a*; comprendiéndose bien que, si dicha pieza se sitúa de modo que no tropiece con las placas, estas no abrirán las lumbreras, no dando paso al vapor en el cilindro, y por lo tanto, se parará la máquina. Así, pues, relacionando los movimientos de rotación de dicha pieza con el regulador de bolas que tenga la máquina, ella misma arreglará automáticamente el gasto de vapor que necesite, segun las resistencias que deba vencer. No puede darse, pues, mayor perfección dentro del sistema de correderas que nos ocupa.

Como resumen de cuanto queda dicho sobre la distribución, debemos advertir que las mejores y más positivas economías que

puede conseguir el maquinista están en los medios de utilizar la expansion del vapor hasta que observe si en realidad resultan ventajas crecientes en el gasto del combustible, punto en que deben cesar sus intentos por la utilizacion de dicha propiedad del vapor. Y tanto es así, que aun en circunstancias ordinarias conviene (cuando por causa de alteraciones en el trabajo se acelera la velocidad de una máquina) aumentar la expansion en aquellos motores en que esto pueda verificarse á mano, mejor que reducir el paso del vapor desde la caldera á la caja de distribucion, ó sea cerrar en parte el regulador.

De igual modo debemos aconsejar que cualquier máquina trabaje á la mayor presion para que esté calculada, pues así se aprovechará mejor la expansion y resultará más económico el trabajo. Sin embargo, cuando haya algun motivo ó sospecha de haberse resentido algun órgano, conviene no extremar la presion del vapor sino hasta el punto que aconseje la prudencia y el conocimiento de la causa-motivo de cualquier recelo.

Distribucion por medio de válvulas.—Ya sabemos, por lo dicho acerca de las máquinas de vapor, que pueden emplearse para la entrada y salida del vapor en el cilindro las válvulas, en vez de la corredera, que cuando la máquina es de gran potencia consume mucha fuerza su arrastre por la excesiva presion del vapor con que la oprime contra la tabla de las lumbreras. Así, pues, estas válvulas se suelen emplear tan sólo para las máquinas de 25 caballos en adelante.

Para cada cilindro se necesitan cuatro válvulas; dos para la admision á cada lado del émbolo y dos para el escape. Las válvulas de admision durante la embolada están abiertas un cierto tiempo, segun se desee regular la expansion, y permanecen abiertas todo el tiempo que dure aquella; entonces la máquina trabajará á plena presion.

Una pieza especial que abre y cierra las válvulas es la que regulariza naturalmente la admision; pieza cuya posicion puede alterar á mano el maquinista, segun lo exija el trabajo; de modo que colocada de diversas maneras, aumente ó disminuya la entrada del vapor. Otras veces estas piezas, cuyas formas varían segun los constructores, toman diversas posiciones automáticamente, relacionando su movimiento con el regulador de bolas; de modo que si la velocidad aumenta en la máquina y suben las bolas, las válvulas se cierran más pronto, disminuyéndose la plena presion tanto como sea preciso, hasta regularizar la marcha del motor.

Hay sistemas mixtos en que la admision se verifica por medio de correderas y la expansion con válvulas. En todo caso, para regular bien la posicion de las piezas que ponen en movimiento dichas válvulas, se procura disponer aquellas de modo que se abran estas en el mismo instante que el émbolo llegue al extremo de su carrera.

Distribucion por medio del bastidor Stephenson.—Al propio tiempo que se inventó la locomotora en buenas condiciones prácticas de trabajo por el esclarecido ingenio de Stephenson, este creó tambien el medio de alterar la expansion, y por consiguiente, la velocidad de la marcha y aun su cambio de direccion por medio de un mecanismo muy sencillo, de que nos vamos á ocupar.

Véase la figura 55. Sabido es que la distribucion del vapor pue-

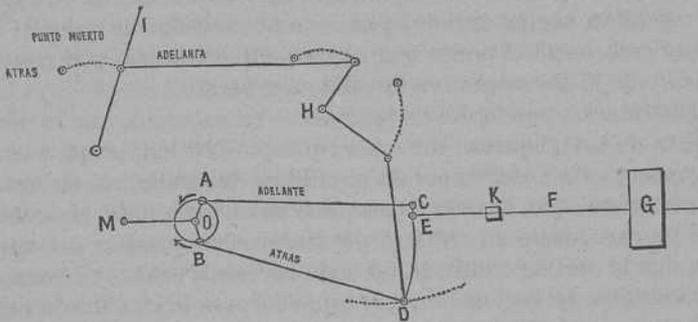


Figura 55

de verificarse por medio de una corredera movida por un excéntrico acoplado al eje motor, y que la distancia angular entre el centro de la polea excéntrica y el del boton del manubrio es un cuarto de vuelta en el sentido de la marcha. De modo, que si O M es la posicion del manubrio y el excéntrico se acuña en la posicion O A, la marcha se verificará en el sentido de la flecha A; y si, por el contrario, el excéntrico se acoplara en la direccion O B, el sentido de la máquina sería inverso al anterior, ó sea en el que indica la flecha B.

Pues bien; supongamos que existen los dos excéntricos acoplados en las posiciones citadas, provistos de sus argollas y varillas respectivas A C y B D, cuyos extremos C y D se reunen por medio de una colisa ó corredera, dentro de la que resbala un tacón E, articulado á la varilla de la distribucion F; y es lógico que si se sube ó se baja la colisa C D, actuará el excéntrico B ó A, determinando marchas inversas en la máquina.

La maniobra de subir ó bajar esta colisa para que la máquina vaya hácia atrás ó hácia adelante (refiriéndose á la locomotora), se verifica por medio de una palanca recta I, mas otra acodada H, que se articula á la anterior y al punto D por medio de unas varillas, tal como se indica en la figura última.

La varilla F de la distribucion está obligada á recorrer fijamente atrás y adelante la direccion E F G, á cuyo efecto lleva una guía K que la mantiene en dicha posicion.

Este mecanismo ha sufrido modificaciones; por ejemplo, el *bastidor Gooch* se distingue del anterior en que la colisa oscila alrededor de un punto intermedio del arco que la constituye, y en este caso la varilla de la distribucion sube y baja para colocarse á uno ú otro extremo de dicha colisa, actuando alternativamente los excéntricos, segun el sentido que se quiera imprimir á la máquina. Además, en este sistema el arco de la colisa vuelve á su curvatura en direccion contraria al del anterior; de modo que en aquel el centro de dicha curvatura se encuentra hácia el eje motor y en este hácia el cilindro.

Hay otro sistema de colisas con un solo excéntrico, acoplado sin avance, es decir, á ángulo recto con el manubrio, y merced á combinaciones de la colisa con un juego de palancas algo complicado en que interviene el vástago del émbolo; se consigue el cambio de marcha como en los sistemas anteriores.

El último citado, debido á Walschaerts, sólo se emplea en algunas locomotoras belgas, y en España en varias de las pertenecientes á la antigua Compañía de Alar á Santander.

Respecto á la expansion, es fácil comprender el medio de conseguirla con estos mecanismos.

En efecto; para cualquiera de los sistemas de bastidores conocidos, la carrera de la corredera cuando ocupa el taco una posicion intermedia es igual á dos veces el avance de la admision, mas dos veces el recubrimiento; así, pues, aumentará aquella á partir de este punto, segun se vaya corriendo el bastidor hasta que, al llegar á una de sus extremidades, se descubrirán totalmente las lumbreras, verificándose entonces la plena presion. De otro modo, al mover el taco, ó sea haciendo funcionar la palanca del cambio de marcha desde uno de los extremos de su posicion, es claro que resultará disminuida en grado creciente la carrera de la corredera, y por lo tanto, se cerrarán más pronto las entradas del vapor, aumentándose el trabajo expansivo del vapor; en efecto, sabemos por lo ya referido en el curso de esta obra, que cuando el émbolo se halla al fin de su carrera, la lumbrera del mismo lado

tiene una abertura descubierta igual al avance de admision; despues, segun va retrocediendo el émbolo, la corredera marcha en el mismo sentido, y es lógico que cuanto más corta sea su carrera más pronto volverá sobre sí misma, disminuyendo la admision del vapor, que es lo que tratamos de probar.

Respecto á la regularizacion de estos mecanismos, nada más sencillo despues de lo que dejamos expuesto.

Para el sistema Stephenson se deben acuñar ambos excéntricos, y haciendo marchar el bastidor hácia cualquiera de los extremos, de modo que obre uno de aquellos sobre la corredera de la distribucion, arreglar el excéntrico como hemos indicado para una máquina ordinaria, regulando la expansion al grado que se quiera; despues se corre completamente el bastidor en el sentido inverso, y actuando sobre el otro excéntrico, se arregla su acuñacion para que funcione la corredera simétricamente sobre las lumbreras, pero sin tocar á la varilla de la misma, la cual, colocando préviamente el bastidor en el punto muerto, es preciso que la corredera haya cubierto completamente las dos lumbreras; primera operacion que debe preceder á la que nos ocupa.

Todavía conviene observar que cuando las barras del excéntrico están separadas, como sucede en la figura última, se hace sensible un mayor avance á medida que aumenta la expansion cuando obra el segundo excéntrico que se arregló, llegando á ser muy excesivo para los puntos de expansion que corresponden á la marcha ordinaria. Para corregir este defecto se debe empezar por la regularizacion del excéntrico de adelante, y despues, para acuñar el de la marcha hácia atrás, disminuir prudencialmente el avance. De este modo se favorece mejor la marcha que por lo comun ha de verificar la locomotora, sobre todo si es de viajeros. Cuando las barras del excéntrico estuvieran cruzadas, es claro que ocurriria el mismo inconveniente, pero en sentido contrario, en cuyo caso seria preciso aumentar el avance al hacer el acoplamiento del excéntrico de la marcha hácia atrás, y de este modo, como en el caso anterior, se lograria mayor uniformidad entre los límites de la marcha ordinaria en ambos sentidos.

Si este mecanismo fuera del sistema Walschaerts, su regularizacion es mucho más sencilla, pues el avance está dado por la longitud fija de las palancas; y en cuanto al excéntrico, ya se sabe que está acuñado de una vez para siempre sin avance alguno, por lo que generalmente se suele sustituir por una simple manivela, de modo que cuando se encuentren en el punto muerto las palancas queden cubiertas las lumbreras.

Aconsejan los buenos montadores de máquinas que se señalen sobre la varilla de la corredera de distribución, cualquiera que sea el sistema á que pertenezcan, varios puntos muy visibles, que apreciados sobre otros fijos de la máquina, indiquen las diversas posiciones de la corredera sobre las lumbreras, y así, sin necesidad de levantar las tapas de la caja de distribución, que es cosa de mucho tiempo y laboriosa, se puede regular la expansion cuando por una circunstancia cualquiera haya podido alterarse el collar del excéntrico ó la acuñacion de este.

Manejo de las máquinas de vapor.

Montada y arreglada una máquina de vapor, vamos á ocupar-nos de los medios que han de emplearse para ponerla en marcha.

Engrase.—Lo primero es el engrase de todas las partes que deban sufrir rozamiento, y para verificarlo aconsejamos el empleo del aceite comun de oliva, añadiéndole una cantidad pequeña de petróleo, á fin de que le trasmita su mal olor característico, inutilizándole como alimento, con lo que se evitan sustracciones para este uso.

El aceite mineral purificado tambien se emplea en el engrase; pero á pesar de las recomendaciones que se hacen en tal sentido, nosotros aconsejamos el uso del aceite de oliva, añadiéndole como $\frac{1}{20}$ de petróleo, con el fin indicado, y, si acaso, pueden disponerse mezclas de sebo y aceite.

Para engrasar el cilindro se debe tener una aceitera con sebo, pues el aceite comun no conviene para engrasar cuerpos calientes, porque se quema y no produce los resultados que se desean.

Como el maquinista suele ser el encargado de engrasar la maquinaria de los talleres cuando estos son poco importantes, vamos á dar algunas recetas de grasas compuestas que más se usan en la industria.

Sebo de Rusia.—Obtiénese mezclando partes iguales de aceite comun y sebo.

Grasa de plumbagina.—Redúcese á polvo la plumbagina y se unen 16 partes de esta materia con 48 de manteca de cerdo sin sal.

Grasa líquida.—Se disuelven 125 gramos de sosa en 8 litros de agua; despues se añaden otros 8 litros de aceite de linaza, y por fin se mezcla todo con 75 gramos de sebo. Todo se calienta á 95°, es decir, á pocos grados antes de empezar la ebullicion del

agua; en seguida se agita bien el líquido que resulta, y sin más se embotella y queda concluida la operacion.

Grasa para carruajes.—Sebo blanco, 60 partes, por ejemplo; aceite de pescado, 25; resina, 10; sal de sosa, 9; agua, 96, y así resultan 200 partes de la grasa. Para realizar este compuesto se principia por reducir á polvo muy fino la resina, fundiéndola en seguida en el agua, y despues se añade el sebo; cuando esté bien hecha esta fusion, se añade el aceite de pescado, y por fin se agita fuertemente esta mezcla, vertiendo en ella la sal de sosa, que ha debido disolverse préviamente en parte del agua que debió separarse al principio. A las veinticuatro ó cuarenta y ocho horas, segun la estacion, queda el ingrediente en disposicion de usarse.

Otra grasa que se aplica con igual objeto se prepara mezclando petróleo, nafta y jabon fresco.

Como advertencia que no debe olvidar nunca el maquinista, diremos que todas las sustancias empleadas en el engrasado de máquinas deben estar limpias de arena ú otros cuerpos extraños que puedan desgastar las piezas al frotar unas con otras. Para quitar estas impurezas tan perjudiciales en el sebo, se debe fundir este, y en el fondo de la vasija descenderán todas ellas, y para el aceite basta dejarle en reposo durante algunas horas para que se limpie, y despues, como en el caso anterior, es preciso separar los posos. Esta precaucion es muy esencial antes de preparar las grasas.

Para echar las grasas es preciso adquirir una aceitera cuya salida forme un tubo largo y estrecho para que pueda verterse su contenido con facilidad entre el laberinto de piezas y mecanismos del motor. Estas aceiteras suelen ser muy complicadas, pues algunas llevan un muelle en su interior que facilita la salida de la grasa cuando así lo desea el maquinista, sin más que oprimir con la mano una de las tapas que constituyen el depósito de este útil.

Para engrasar el cilindro de las máquinas se verterá el sebo en cada uno de los aparatos engrasadores; se cerrarán las llaves exteriores, y para abrir las interiores á fin de que pase la grasa al cilindro, se verificará alternativamente de este modo: cuando el émbolo empiece su carrera, se abrirá la llave del lado opuesto á su posicion, y así, como en aquella parte del cilindro comienza á efectuarse el vacío si la máquina tiene condensador, ó cuando menos habrá mucha menos presion que cuando obra el vapor por realizarse su escape, entonces el aceite será absorbido, favoreciéndose su ingreso en el cilindro. Por el contrario, si se abrie-

sen las llaves cuando el vapor obra para empujar el émbolo, el aceite sería rechazado dentro de la cavidad misma de los aceiteros.

No conviene engrasar el cilindro sino en marcha, pues como al principiar el trabajo precisa abrir los purgadores, necesariamente al expulsar el agua se arrojaría fuera la grasa. Por otra parte, ya hemos dicho que no siempre es necesario engrasar el cilindro, debiéndose evitar esta operacion en un órgano que, como el cilindro, de tarde en tarde se registra, y no se pueden apreciar los estragos que en su interior suelen hacer algunas grasas poco conocidas.

Engrasadas todas, absolutamente todas las partes de la máquina en que se verifiquen frotamientos, veamos cómo se pone en marcha.

Regla para poner en marcha una máquina de vapor.—Hay que distinguir dos casos: que la máquina tenga el cilindro vertical ó inclinado, ó que le tenga horizontal. En el primer caso se colocará el émbolo en la parte más baja, actuando á brazo sobre el volante de la máquina; hecho esto, se da entrada al vapor, y así el agua condensada que pueda haber en la caja de distribución procedente del período de trabajo anterior, y que pasará naturalmente al cilindro, podrá ser expulsada por el purgador inferior, abierto al efecto, lo que no sucedería con tanta seguridad si el vapor empezase á trabajar por encima, llevando allí el agua, aunque esté abierto su purgador correspondiente, pues es lógico que para favorecer la salida de un líquido se disponga esta en el punto más bajo, como sucedeira siguiendo el precepto apuntado. Ahora bien; cuando el cilindro afecta la posición horizontal, entonces dicho precepto es inútil, pues hallándose los purgadores siempre en los puntos más bajos de los dos compartimentos en que queda dividido el cilindro por el émbolo, lo mismo es que principie el trabajo del vapor por un lado que por el otro para que se expulse perfectamente el agua condensada.

Desde luego ambos purgadores de la máquina han de estar abiertos al empezar la marcha para expulsar toda el agua condensada en las tuberías, caja de distribución y cilindro mismo, como de igual modo la mucha que se condensa con la frialdad de estos órganos al principiar el trabajo.

Esta agua sería siempre un estorbo en el cilindro, y por otra parte, y esto es lo peor, que siendo un cuerpo impenetrable como tal, y además muy poco elástico, produciría choques, no sólo perjudiciales al buen efecto útil de la máquina, sino que á veces,

cuando se encuentra el agua en gran cantidad, suele hasta romper algun órgano ó pieza de la máquina, si esta adquiere una velocidad algun tanto considerable. Así, pues, insistimos en la necesidad de abrir los purgadores antes de empezar el trabajo, y aun despues de puesta en marcha la máquina, durante las primeras emboladas.

La entrada del vapor se abrirá poco á poco, para que no se calienten de pronto las tuberías y órganos del movimiento, y no haya roturas ante la súbita dilatacion de los metales que los constituyen; además, con poco vapor y á poca marcha se logra la evacuacion del agua contenida en el cilindro, sin ruido ni pérdidas de vapor. Además, la maquinaria dependiente del motor conviene tambien que empiece su movimiento con lentitud, para que los obreros observen el principio del trabajo en todos sus detalles y puedan corregir con más comodidad cualquier inadvertencia.

Cuando salga vapor seco por los purgadores, se cerrarán estos y se continuará trabajando con poco vapor hasta que se caliente bien el cilindro, en cuyo caso podrá abrirse el *regulador* cuanto se quiera, hasta conseguir toda la marcha que se necesite.

El maquinista debe procurar la moderacion en la marcha, pues no es bueno trabajar á gran velocidad, sobre todo cuando no es preciso, pues las marchas precipitadas destruyen más pronto los mecanismos, y además dan lugar á mayor número de accidentes y de peores consecuencias.

En las máquinas con expansion se procurará que el émbolo se ajuste bien al fin de su carrera, para que el escaso vapor que éntre durante el poco tiempo que lo verifique se baste para impulsar la máquina, cosa que no siempre se suele lograr, y por lo tanto, conviene ayudar al motor en las primeras emboladas, dando vuelta al volante á brazo, pero con precaucion, no sea que por un descuido, al abrir poco á poco el regulador, entre mucho vapor y cause el volante alguna desgracia á los que le estén impulsando. Por lo demás, en este género de máquinas se observa la misma regla de abrir préviamente los purgadores del cilindro hasta que salga vapor completamente seco.

En las máquinas con condensador se toman las mismas precauciones que hemos dicho, y en cuanto al condensador, se procura que el agua vaya entrando poco á poco, á medida que se aumenta el ingreso del vapor en el cilindro; de modo que el inyector del agua no se abrirá del todo hasta que el regulador no se encuentre en el mismo caso.

Para que la condensacion funcione bien, es preciso que una

vez regularizada la marcha de la máquina, el agua de la bomba de aire salga caliente, á la temperatura indicada al tratar de las funciones de este aparato en los cálculos de las máquinas; que el condensador no se caliente, y que el indicador de su presión señale el vacío relativo que conviene en dichos aparatos. Deben cerrarse las llaves de desagüe antes de poner en marcha el motor, para que no se introduzca aire en el condensador.

Al principio no suelen marchar bien los condensadores, sobre todo si se comienza con una velocidad algo exagerada, y para evitar este inconveniente es preciso hacer el vacío en el condensador, cosa fácil de alcanzar introduciendo en él un chorro de vapor por medio del tubo que tienen tales aparatos con tal objeto; en seguida se introduce agua abriendo el inyector, y de este modo se enfria el vapor, se condensa y resulta el vacío deseado. Cuando no exista el tubo para llevar vapor al condensador, es preciso calentarlo de cualquier modo y echar agua encima despues para enfriarlo, excitando así sus buenas funciones hasta que marche bien, cosa que se logrará desde luego á no tener huecos entre las juntas, siquiera sean imperceptibles, por donde pase el aire. Por lo tanto, es preciso que el maquinista cuide mucho de evitar estos defectos al hacer las juntas y preparar las cajas de estopas que se encuentren en comunicacion directa con el condensador.

Alimentacion de las calderas.—Esta es una de las operaciones más delicadas de cualquier máquina de vapor, pues de no funcionar bien el aparato que la verifica, puede dar ocasion al gravísimo peligro de faltar agua en la caldera; así, pues, examinemos las dificultades que pueden surgir en tales aparatos.

El más sencillo de todos es el que representa la adjunta figura 56, que consiste en una bomba, la cual tiene su émbolo *a*, que lo constituye un cilindro ajustado á la caja de estopas *b*, y funcionando dentro del cuerpo de bomba *C D*; este cuerpo de bomba lleva, en su parte más alta, una llave de salida *R*, y al otro lado una comunicacion *H* con la *capilla* *E*, la cual tiene debajo su válvula aspirante *S*, que comunica por medio del tubo *V* con el depósito del agua de alimentacion, y encima la válvula *T* impelente, que comunica á su vez por medio del tubo *N* con la caldera; dichas válvulas llevan unos apéndices en su parte superior, que tropiezan, la de abajo *S* en la superior *T*, y la de encima en un saliente que se manifiesta bien en la figura, y, por lo tanto, al funcionar no se salen nunca de sus huecos.

Supongamos que se eleva el émbolo *a*, y es claro que produci-

rá un vacío en el cuerpo de bomba y en la capilla E, por cuya circunstancia se elevará la válvula S, dando paso al agua; en seguida, al descender el émbolo, se comprimirá el líquido, forzando la válvula T, que al elevarse dejará libre la entrada del agua en la caldera.

Al principio es claro que el aire contenido en el cuerpo de bomba y en la capilla será lo primero que pasaria á la caldera, y como este cuerpo gaseoso es tan elástico, es fácil que teniendo que vencer la gran resistencia de la válvula T, se comprima y se

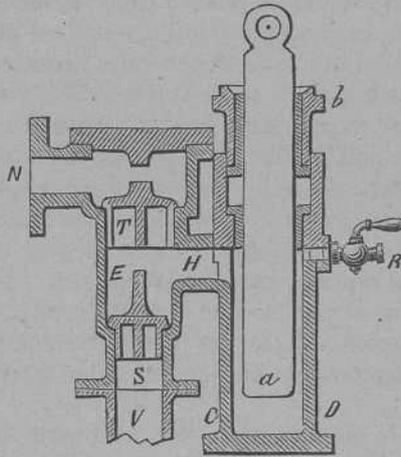


Figura 56

dilata, sin dejar que la bomba funcione; este peligro se notará tentando con la mano por fuera de la capilla, y si no se siente la frialdad del agua, es señal evidente de que no funciona la bomba; para evitar tal inconveniente precisa expulsar el aire, y para ello se abre la espita R, colocando un dedo en su salida, el cual se separará cuando descienda el émbolo, y por el contrario, se obturará cuando suba, y así, si se siente sobre la yema del dedo la aspiración del émbolo, no tardará en notarse á las pocas emboladas la salida del agua por dicha espita R, que se cerrará en seguida, pues será señal segura de que la bomba queda en condiciones de alimentar; circunstancia que se hará sensible: primero, por la frialdad creciente de la capilla; segundo, por el golpeteo de las válvulas; tercero, por la baja de presión en la caldera, y cuarto, por la subida del nivel de agua en la misma, que se indicará en el tubo de cristal dispuesto al efecto.

Para funcionar bien este aparato es necesario que el tubo H tenga, cuando menos, la seccion del émbolo *a*; además las válvulas deberán ajustar perfectamente, y si no se repararán con aceite y esmeril, como digimos que se hacia al notar huecos ú holgueras en la corredera de la distribucion sobre la tabla de las lumbreras del cilindro, observándose como entonces las mismas reglas y prescripciones allí apuntadas; otras veces no suelen estar bien hechas las juntas de tubos y piezas de estos aparatos, dejando respiraderos que inutilizan la accion de la bomba; defecto que se aprecia perfectamente al poner la yema del dedo sobre la espita R, donde si se sale el aire por otra parte, no se notará la absorcion ni expulsion del mismo. Precisa, pues examinar bien las juntas, como asimismo la caja de estopas *b*, la cual no debe engrasarse nunca, porque el aceite no debe pasar á las válvulas, donde pudiera ser causa de entorpecimientos entre las mismas por adherirse en sus asientos; aparte de que el aceite es malo tambien que llegue á la caldera, donde pudiera ocasionar corrosiones peligrosas y dificiles de limpiar en estos aparatos, que se registran muy de tarde en tarde. Asimismo el maquinista debe procurar siempre que la bomba no alimente; que los tubos de comunicacion V y N estén cerrados con sus llaves de paso, el primero porque no esté golpeando su válvula S, estropeándose sin necesidad, y el segundo porque la accion del vapor no caliente la capilla, que es un peligro para que funcione el aparato cuando sea necesario; así, pues, lo conveniente y preciso de todo punto es que ambas llaves de paso estén cerradas y abierta la espita R, por donde entrará y saldrá el aire en el continuo movimiento de la bomba *a*; y así, cuando deba de funcionar el mecanismo, se abrirá el paso del tubo V, se colocará el dedo sobre la espita R, y si su salida es muy grande, se actuará sobre su llave, de modo que deberá abrirse al bajar el émbolo y cerrarse al subir, y cuando al cabo de varias emboladas salga el agua, se cerrará, abriendo al mismo tiempo la comunicacion del tubo N con la caldera, y colocando la mano sobre la capilla, se notará el frio creciente y el golpeteo alternado de las válvulas en señal de sus buenas funciones.

Cuando la bomba está caliente, se secan las estopas, se forma vapor entre los asientos de las válvulas, con lo que se aunan causas que impiden funcionar la bomba; en este caso se refresca todo el aparato arrojando agua sobre él á chapuzones hasta que se enfrie; otras veces se tiene dispuesto un tubo que se ajusta á la espita R, é introduciendo su extremo libre en agua fria,

pronto llegará esta al cuerpo de bomba y capilla de válvulas, enfriándolo todo convenientemente. Si á pesar de estos remedios la bomba no funcionara bien, es indicio seguro de su mala construccion ó de que habia fugas en las juntas; en el segundo caso se repararian bien despues de parar el trabajo, retirar la lumbré del hogar y aun desahogar muy poco á poco de vapor la caldera si el agua se hubiese escondido en el tubo de nivel, pues de no proceder así pudiera ocurrir un grave siniestro, segun hemos dicho al tratar de los generadores.

Respecto á la mala construccion de la bomba, generalmente suele estar el peligro en el mal ajuste de las válvulas, que suelen atrancarse á causa del cabeceo de las mismas por no ceñirse bien las ramas inferiores en el cilindro donde se acoplan. Para remediar este defecto precisa construir válvulas nuevas, las cuales deberán tenerse varias fundidas de repuesto, para que en un taller de ajuste sólo sea preciso torneirlas, pues si se han de fundir entonces el trabajo de la máquina no podria reanudarse sino despues de trascurrir cuatro ó cinco dias.

Por último, el tubo N de comunicacion con la caldera deberá ser lo más corto posible, y tanto la comunicacion H como la espita R deberán estar dispuestas á la mayor altura que permita el aparato, y así funcionará este en las mejores condiciones que pudieran desearse.

En vez de estopas puede disponerse el caoutchouc para el ajuste del émbolo en la caja *b*.

Hay otra infinidad de aparatos alimentadores diferentes al descrito, que es el modelo más sencillo y vulgar entre los ordinariamente empleados, pero no nos ocupamos de ellos, remitiendo al lector con el mayor interés al capítulo de *aparatos accesorios*, página 70 de la presente obra, donde se describen los más principales, sobre todo el inyector Giffard, página 76, cuyo estudio damos allí con la suficiente extension para que se comprenda este importantísimo aparato alimentador y su manejo en todos los casos que puedan ocurrir. Asimismo hacemos allí algunas observaciones sobre la alimentacion en general, que deben tener muy presentes todo maquinista ó fogonero.

Condensador de las máquinas.—La buena marcha de un condensador exige que en el aparato no existan aberturas en las juntas ni en otros sitios por donde pueda entrar el aire; la bomba de este nombre debe estar tambien en buenas condiciones de trabajo, por lo que precisa examinar las estopas, renovándolas oportunamente, como asimismo examinar el ajuste del émbolo y de las vál-

vulas para corregir los defectos que se noten en estos órganos.

Otras veces no suele señalar el indicador del vacío afecto al condensador una presión tan baja como debiera esperarse, sin que la causa sea debida á los defectos mencionados, en cuyo caso será necesario examinar si está obstruido el tubo de inyección del agua y no permite la suficiente entrada que exija el aparato, como igualmente si existe algún vicio en la distribución que acumule algún exceso de vapor en el aparato, el cual no pueda condensarse por completo en el tiempo preciso. Este último defecto se manifestará por un aumento en el gasto de combustible y del agua, sin que á pesar del exceso de esta se logre gran cosa en el descenso de la presión en el aparato.

Por último, si después de examinarlo bien todo, sin observar la más mínima entrada de aire ni aun en el tubo de escape del vapor, ni ningún entorpecimiento en la bomba de aire, tubo de inyección, etc., no hay duda alguna de que el condensador es insuficiente para la máquina á que se aplica, ó que está mal calculado, en cuyo caso debe recurrirse al constructor para que corrija los defectos que pueda tener el aparato, ó construya otro de la magnitud y proporciones correspondientes.

El maquinista cuidará de que el agua para el condensador esté limpia de toda impureza que pueda dificultar sus funciones, depositando lécamo ó cuerpos extraños en el aparato, para lo cual no deberán tomarse directamente aguas de charcas, acequias ni rios sin que antes se filtren, á fin de que no ocurran desperfectos en el tubo de inyección ó en la bomba de aire; de todos modos, se recomienda mucho la frecuente limpieza del condensador para evitar toda acumulación de materias extrañas, dada la mucha agua que circula en el referido aparato.

Generalidades sobre el manejo de una máquina.—Para detener la marcha de un motor se debe cerrar la toma de vapor sobre la caldera antes que el regulador, pues así se evita que quede vapor en el tubo intermedio que une el generador con la máquina, y se condense después, llevando una masa de agua, siquiera sea pequeña, sobre la distribución cuando de nuevo vuelva á funcionar el motor. Además, si no estuviera cerrada la primera comunicación, podía ocurrir, al engrasar ó limpiar la máquina, cualquier distracción con el regulador, abrirse este y ponerse en marcha la máquina, ocurriendo cualquier accidente en el taller. Momentos antes de poner en marcha ó de parar una máquina, se debe sonar el silbato, para que se aperciban de tal circunstancia los obreros del taller.

Para concluir, insistimos en recomendar al maquinista el engrase en marcha y la limpieza de su máquina cuando esté de descanso; pero no esa limpieza aparente que sólo satisface á una inspección exterior, sino la ejecutada con conciencia en las piezas que sufren rozamientos y en sus superficies de contacto, de modo que al volver á ponerse en marcha no exista el polvo ú otro cuerpo extraño que con el aceite forme el barro destructor de los órganos de la máquina; asimismo deberán estar limpios y expeditos los conductos de los aceiteros, para que la grasa llegue donde debe, si ha de utilizarse con verdadero aprovechamiento, evitando los terribles estragos de un frotamiento en seco. Los aceiteros de cada órgano ó pieza de la máquina deberán tener su tapa, y si se pierden es preciso reponerla, hecha de cualquier modo, con tal que llenen su objeto.

Un maquinista no necesita ser hombre de imaginación ni de gran talento, y mucho menos vivo de genio, que se precipite en sus trabajos y resoluciones. Conviene para este cargo hombres tranquilos, constantes y de mucha conciencia, y que vivan sin preocupaciones exaltadas que les distraigan, para que, aunando estas condiciones, estudien atentos su máquina, procurándola economías de todo género y regularidad en el trabajo; ventajas extraordinarias para toda empresa fabril y que deben tenerse muy en cuenta en la elección del operario que haya de encargarse del motor. Conviene también interesar al maquinista en las economías que se obtengan en la máquina, y sobre todo, instruirle por medio del presente libro de la gran responsabilidad que adquiere si por imprudencia temeraria abandona sus deberes, ocasionando cualquier catástrofe; es preciso, pues, señalar al maquinista sus obligaciones en un contrato ó bajo otra forma, señalándole en muchos casos los castigos que merezca por negligencia en ciertas operaciones sencillas, pero que pueden ser origen de grandes averías, cuya reparación sea muy costosa de dinero y tiempo, durante el cual, por pararse el motor, puede ser causa de grandes pérdidas para una fábrica. Por fin, todo maquinista celoso se revelará en su afición á instruirse en el manejo y conocimiento de su máquina, ya esforzando su ingenio ante la contemplación diaria de todos los accidentes de la marcha del motor, ó ya también estudiando en libros ó reglamentos sencillamente que se ocupen de su profesión.

Por fin conviene advertir á todo maquinista las precauciones que debe emplear despues de parar el motor; lo primero será cerrar el paso del inyector en el condensador, pues merced al vacío

que se hace en este aparato puede subir el agua desde el pozo, llenarle totalmente y aun pasar al cilindro, ocasionando al empezar de nuevo el trabajo choques muy perjudiciales á los órganos afectos á esta parte de la máquina. Todo esto es verdad que pudiera evitarse abriendo los purgadores del cilindro para que entrase el aire y no se verificara la absorcion del agua; pero no se debe fiar el maquinista de estas llaves, que suelen estar obstruidas, y si la máquina tiene envoltura en su cilindro, estas salidas sólo comunican con ella y no se lograria tampoco el efecto que se desea; así, pues, insistimos en recomendar que se cierre el paso del inyector una vez parada la máquina.

Ultimamente, recomendamos al maquinista que para desmontar la máquina lo verifique hallándose esta caliente, para que giren mejor las tuercas, y asimismo la limpieza debe hacerse en iguales circunstancias, pues cuanto más calientes están las piezas mejor y más pronto se limpian, y cuando las máquinas deban estar paradas algunos dias, convendria desmontar el émbolo y las correderas, limpiar muy bien todas las piezas y untar las partes torneadas ó alisadas que no llevan pintura con una mezcla de sebo y aceite que las preserve de toda humedad. Despues se cubre la máquina con una funda de tela bien tupida, y de modo que no se tropiece con ninguna parte de la máquina que deba preservarse de toda oxidacion. Para concluir, recomendamos otra vez lo necesario que es preservar de las fuertes heladas las tuberías de agua afectas á toda clase de maquinaria.

Medios de efectuar las juntas de las máquinas.—Hé aquí los ingredientes y materiales que se emplean para consolidar las uniones en los diversos órganos de las máquinas, y de cuyo conocimiento y uso nos vamos á ocupar:

Mastic ordinario y de minio.

Mastic de hierro.

Caoutchouc en hojas y en cordones.

Hojas metálicas, telas y papeles.

Hilos de cobre y de cáñamo.

Cuerdas.

El mastic ordinario se debe batir bien para que se ablande convenientemente; las juntas deben hallarse perfectamente planas y con algunas ranuras. Para que la junta quede lo mejor posible, conviene extender entre las superficies que la forman algunas hebras de cáñamo, ó intercalar una cuerda lisa y delgada alrededor de la junta. Cuando se emplea el llamado *mastic diamante* no son necesarias estas precauciones.

El mastic de hierro se emplea en las juntas permanentes que no deban sufrir dilataciones ni contracciones extraordinarias, como asimismo vibraciones de ningun género; generalmente se usa para unir algunas piezas sobre las calderas y en los enchufes de los tubos de fuego en los hornos de toda especie.

Por el contrario, el caoutchouc resiste mal cualquier temperatura elevada, por lo que sólo se utiliza en las juntas por donde deba circular agua y deban sufrir fuertes sacudidas ó movimientos de cualquier género. Alguna vez se observan las placas de caoutchouc en las juntas del agujero de hombre de las calderas, y más generalmente en el condensador y bomba de aire, y todos aquellos que son poco accesibles ó se desmonten con frecuencia. Las superficies de la junta deben tener ranuras por donde se introduzca esta materia elástica y asegure el cierre de aquella; cuando se emplea el caoutchouc en forma de hilo se rodea bien el asiento de la junta, conservando cierta distancia del hueco central, y despues de varias vueltas rodearle con alambre de cobre soldado que contenga la espiral elástica, y en seguida se hace el aprieto, lográndose así excelentes juntas de vapor.

El minio se emplea solo ó con tela, papel, carton, placas metálicas, hebras y cuerdas de cañamo. Todas las juntas que se hacen con minio debe esperarse á que se sequen bien, pues de lo contrario no producen todos los resultados que debieran esperarse de tal materia, que cuando blanda se deja llevar de un lado á otro fácilmente.

El minio con la tela, ó el papel cubierto de minio, se emplea con éxito en las tapas de los cilindros y en la de la caja de distribución; pero es preciso que las uniones estén bien cepilladas. El minio solo se emplea algo duro, y es preciso que las juntas tengan ranuras donde se introduzca el mastic para consolidar la union.

Las hojas de plomo no hacen buenas juntas por ser este material poco elástico, y además se deja atacar por el vapor, que al poco tiempo llega á producir escapes que no pueden corregirse, inutilizando la hoja de plomo. Se desperdicia mucho plomo para cortar la hoja del tamaño necesario, pues debe resultar de una sola pieza; de modo que si el hueco interior no puede aplicarse á otra junta, es considerable el desecho que ocurre al ajustar las tapas de un cilindro y la correspondiente á la caja de distribución.

Tanto el mastic como las telas, cuerdas, plomo, papel y carton que se emplee en las juntas no deberán tener en su masa cuerpos duros que les quite en algun punto la plasticidad homogénea que necesitan estas materias para llenar su objeto.

En resumen; antes de dar á conocer las fórmulas necesarias para la preparación del mastic, debemos recomendar las juntas de caoutchouc como las mejores entre todas las conocidas, y para cualquiera de los casos en que no haya de sufrir elevadas temperaturas; y las de minio, aunque ajustan bien y son más económicas, no deben emplearse sino para hacer juntas permanentes ó que deban levantarse de tarde en tarde. El mastic de hierro debe proibirse para las juntas en frio ó á una temperatura moderada, pues no se consolida sino bajo la acción del fuego. Por fin, el plomo se puede emplear mejor para el agua que para el vapor, porque no presenta los mismos inconvenientes que hemos apuntado bajo la influencia del último.

Cuanto mayor sea la primer junta que se haga contra los pernos de union, tanto mejor será para las sucesivas que deban verificarse; porque si se manifiesta un escape, hay que hacer una nueva junta, más pequeña que la primera, para que la parte atacada pueda resultar al exterior de esta. Cuando se hayan hecho muchas juntas entre dos superficies, será preciso cepillarlas de nuevo, pues generalmente al levantar los trozos del mastic se suelen estropear, y cuando menos la acción del vapor, las grasas y la temperatura producen siempre corrosiones que alteran las superficies, siendo preciso repararlas de cuando en cuando.

En cuanto al alambre de cobre, se puede emplear para las juntas, pero con la precaucion de colocar al lado del alambre, é interiormente, un cordón de caoutchouc más grueso que aquel; de modo que al verificar el apriete se comprima contra este, obturando la junta en absoluto.

Hé aquí, pues, las fórmulas para la preparación de los diversos mastics citados, y los medios de emplearlos convenientemente:

Mastic ordinario.—Hay muchos mastics diferentes, segun las piezas que unen y el calor que deban soportar.

Para las juntas destinadas á ser desmontadas se hace con albayalde molido y aceite de linaza, de modo que tenga bastante consistencia para no aplanarse naturalmente, y sin embargo, nunca será tan duro que antes de cuajarse se arrolle sobre sí mismo.

El albayalde no se emplea solo ordinariamente; se junta con minio para formar lo que se llama *mastic rojo* ó *mastic diamante*, compuesto de partes iguales de minio y albayalde; pero el primero de estos ingredientes se halla en cantidad tanto más pequeña cuanto la parte á que haya de aplicarse esté expuesta á menos calor.

Así, pues, para las junturas de los condensadores y agujeros de

hombre no se pone más que albayalde, mientras que entra la mitad de minio para los de la caldera que se encuentren más bajos del nivel de agua.

Para formar este mastic se mezcla el minio y el albayalde en las proporciones necesarias, y se les une aceite de linaza ó de cáñamo, añadiéndole poco á poco, y amasando y golpeando el mastic con un martillo á medida que se forma. Es preciso poner poco aceite á la vez, y guardar siempre polvo para añadir, porque el mastic, despues de parecer demasiado espeso y frágil, llega por el contrario, á ponerse demasiado blando cuando se le amasa bien.

Cuando se le aplica conviene dejarle secar antes de que le ataque el vapor. Este género de mastic debe renovarse de vez en cuando, porque el vapor lo descompone poco á poco, sobre todo bajo la influencia de fuertes presiones; es preciso entonces golpear las costras antiguas de mastic para desprenderlas de las juntas. Cuando este mastic se halla bastante duro, se le mezcla algunas veces con una parte igual de tierra en polvo, lo que le vuelve más elástico que lo era en el primer momento. Si se le quiere conservar, lo mejor es tenerlo en agua, y así permanece muchos dias sin secarse. Este mastic se extiende sobre las placas de plomo bajo un espesor de 3 ó 4 milímetros, y sobre las de carton algo menos. Cuando la junta tiene la superficie muy lisa, se mezcla el mastic con un poco de cáñamo para darle más consistencia é impedirle salir casi en absoluto bajo la presion de los tornillos. Tambien se prepara el mastic con yeso mate ó cal secada sobre una tela metálica, con objeto de que no contenga humedad alguna; se muele, como hemos dicho, con el aceite de linaza para darle la solidez del mastic de vidrieros; no es preciso unirle albayalde, pero cuando se desea que dure por mucho tiempo, hay que poner 2 onzas de aceite de oliva ó de manteca por cada libra de mastic. Los aceites secantes no sirven para los masticos; el de linaza es el mejor, aunque es preciso que no esté hervido; mas para darle más consistencia se pone sobre un fuego lento, cuidando que no hierva, y no se retira sino cuando, arrojando una gota sobre un trozo de hierro, presenta la consistencia del alquitran.

Para las juntas de cobre se mezcla una pasta de cal viva con otra de serosidad sanguínea ó de clara de huevo; esta materia es empleada por los que componen loza, y adquiere mucha firmeza, consolidando muy bien la pegadura; el cemento romano parece ser tambien bueno para las junturas de cobre.

Mastic de hierro.—Es un mastic particular, formado con partí-

culas de fundicion procedentes del torno, y sobre todo del trabajo á lima, mezcladas en ciertas proporciones con sal de amoniaco y agua. Ordinariamente por un kilógramo de limadura se pone 0,025 kilógramos de cal amoniaco y 0,050 de azufre; se añade la arena procedente de las piedras de afilar, tal como se encuentra en el fondo de los mollejones. Esta composicion se emplea de dos maneras, en pasta blanda ó en seco: en el primer caso se la deslíe en agua, y se introduce en la juntura apretada por sus tornillos, tal como esté en la posición necesaria; el mastic se obliga con una especie de escoplo liso, como el que usan los calafateadores, golpeando con un martillo; debe advertirse que conviene poner poco de cada vez, y no se interrumpe el trabajo hasta que esté terminado, porque el mastic fresco no se agarra con el seco. Es preciso que este mastic se deje endurecer algunos dias para que, hinchándose, llene mejor las juntas.

Para las juntas de los cilindros y de los condensadores se le pone en seco; entonces se mezclan los ingredientes antes de mojarlos, y se les humedece ligeramente con orina ó agua de mar; si se emplea agua ordinaria, es preciso un poco más de sal amoniaco. Se remueve algun tiempo esta pasta, y cuando empieza á calentarse, se la moja de nuevo, y se añade el resto de la limalla, de manera que esté siempre un poco húmeda. Al cabo de un cuarto de hora ó de una media hora el mastic empieza á calentarse, exhalando un fuerte olor de azufre; se le humedece todavía un poco, y se le aplica al instante, antes que deje de fermentar, pues así se hincha á medida que la combinacion se acaba, llenando todas las aberturas y adquiriendo la firmeza de la fundicion. Si se tardara en emplearle, la reaccion del azufre y del hierro cesaria, en cuyo caso, ya frio, no seria bueno. Cuando se desee conservarlo, no se añade limalla, y se le deja en el agua ó la orina, de manera que siempre se halle cubierto; y así, en el instante de emplearlo se añade la limalla á esta pasta líquida, segun queda dicho. Este mastic forma cuerpo con la fundicion ó el hierro, y aun con el cobre ó madera. Resiste á la accion del agua y del calor cuando se le ha dejado secar dos ó tres dias, y si es urgente, se le hace secar más aprisa, comprimiéndole por más tiempo, aumentando el azufre y la sal de amoniaco, y calentándole ligeramente, en cuyo caso bastan veinticuatro horas.

Es preciso en todo caso que el mastic esté limpio de todo cuerpo craso, porque estos le impiden pegarse. Para limpiar las superficies se las frota con ácido nítrico, y en seguida se las lava con agua de manera que quite la grasa y el aceite. Cuando es

preciso reparar los masticos que se separan, ó levantarlos para desmontar las piezas, el mastic se destruye desde luego con ácido sulfúrico diluido con un poco de agua; se le frota, y queda blando y pastoso, de tal modo que fácilmente puede quitarse con el escoflo; enseguida se vuelve á poner ácido, hasta que todo se halle limpio; este quita al propio tiempo la grasa, que penetra en toda la junta, y deja el metal bien limpio y dispuesto á recibir otro nuevo mastic.

Esta operacion exige mucho tacto, porque el ácido mal empleado roeria las piezas, deteriorándolas considerablemente.

Para tapar los defectos de las piezas de fundicion é impedir se noten á la simple vista se derrite azufre y se mezcla la limalla de fundicion; en seguida se introduce esta pasta en los agujeros; despues se bruñe la superficie y se la baña con agua que contenga sal amoniaco, cubriéndose inmediatamente de orin, y con esto apenas se reconoce cualquier desperfecto.

Máquinas especiales.—Las máquinas de vapor verifican multitud de trabajos especiales que no podemos enumerar siquiera, dadas las cortas dimensiones de esta obra. Sin embargo, como ejemplo, véase el grabado adjunto, figura 57, en que se representa un aparato completo, ó sea un martinete para clavar pilotes en las fundaciones de las obras hidráulicas.

Una caldera vertical semifija proporciona vapor que se conduce por una tubería dispuesta al efecto á un cuerpo cilíndrico, actuando sobre su émbolo correspondiente, cuyo vástago, unido á la cadena portadora de la maza, arrastra á esta á la altura que se quiera, dentro de los límites que pueda recorrer el émbolo. Para la maniobra de este mecanismo hay una palanca que se ve en la figura junto al cuerpo cilíndrico referido y á su pié. El obrero no tiene más que mover esta palanca, y á cada movimiento que ejecute corresponde un golpe de la maza sobre la cabeza del pilote; á medida que se va introduciendo la estaca se desarrolla un poco la cadena con ayuda del torno que está frente á la caldera, á fin de que la caída tenga siempre lugar segun va aumentándose la distancia á la cabeza del pilote.

De dos maneras se puede ejecutar el trabajo: sin soltar el escape que sujeta la maza, ó bien dejándola caer desde la altura que se quiera; de todos modos, la accion de soltar el escape y el enganche inmediato se verifica automáticamente y con gran rapidéz.

Las máquinas especiales son innumerables, pues hay martillos-pilones de vapor, grúas de vapor, tornos para elevar pesos, bom-

bas de diversas clases que no nos es posible citar en este libro, y únicamente debiéramos ocuparnos de las *locomotoras*; pero nos excusa este trabajo el *Reglamento para los maquinistas y fogoneeros* que publicamos en el apéndice, vigente en los Caminos de hierro del Norte, donde encontrará el lector cuanto se refiere al manejo de las máquinas locomotoras. El estudio constante de las

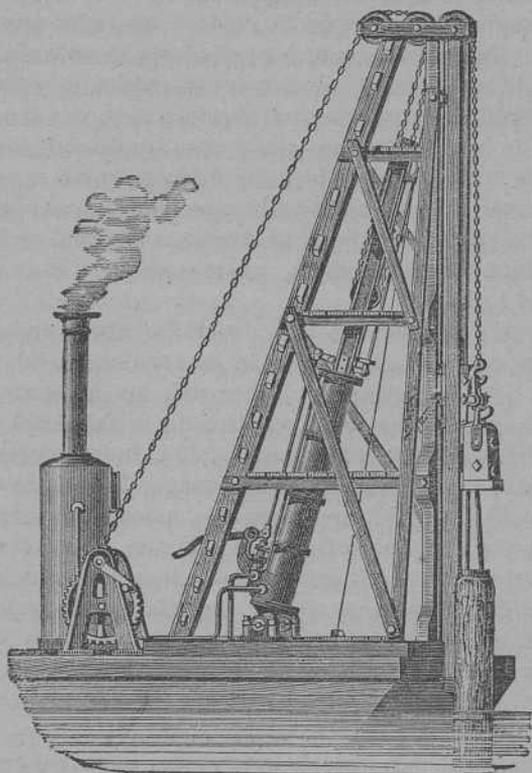


Figura 57

prescripciones que tan bien extractadas se encuentran en dicho Reglamento, será siempre la mejor garantía de aptitud y aplicación de todo maquinista que se dedique al servicio de esta clase de motores.

Por lo demás, el que estudie detenidamente este libro quedará en condiciones de encargarse como maquinista de todo aparato generador de vapor y de cualquier mecanismo que le utilice como fuerza motriz, sin más que examinar detenidamente las particularidades que pueda ofrecer el nuevo artefacto.

Manejo de los generadores de vapor

Así como hemos examinado cuanto interesa al maquinista, vamos á estudiar ahora las reglas referentes á la buena direccion de un generador de vapor, ó sea el conocimiento de las prescripciones necesarias al arte del fogonero.

Bien limpia y examinada la caldera en todas sus partes, lo primero es llenarla de agua, á cuyo efecto se abre alguna comunicacion de las diversas que tienen estos aparatos, para que salga el aire segun vaya entrando el líquido; para su introduccion se hace uso de la abertura más alta y más ámplia que tenga la caldera, en la cual, poniendo un embudo y con cubos se va llenando, ó si no, sirviéndose de una bomba, que será lo más cómodo, atendiendo al mucho tiempo que se emplea con los cubos. El nivel del agua se deja unos 10 centímetros más alto que el límite normal durante el trabajo.

En seguida se observan bien los flotadores y demás aparatos accesorios, examinando si quedan en condiciones de producir los efectos á que se destinan, y sobre todo los de la alimentacion; además se hará funcionar el registro de la chimenea para ver si está corriente. Hecho esto, se enciende el fuego, dejando abierta alguna llave en la caldera para que salga el aire á medida que se va formando el vapor. Apenas se va haciendo sensible el calor, se notará que el agua aumenta de volúmen, acusando mayor altura en el tubo de nivel; esto no debe llamar la atencion, pues es debido al principio fisico que se enuncia con la frase vulgar de *el calor dilata los cuerpos*. Este fenómeno se nota tambien cuando, ya en presion la caldera, empieza á trabajar la máquina, en cuyo caso se explica por la menor compresion del agua en el instante mismo en que se da salida al vapor.

El fogonero deberá examinar tambien, á medida que se va calentando el agua y va tomando presion la caldera, si aquella se sale por las juntas de las chapas ó de los aparatos que se insertan en ella. Además, si la caldera es vieja, se habrá asegurado de antemano, golpeándola con un martillo, si existen puntos débiles en las chapas por adelgazamientos producidos al quitar las incrustaciones, como asimismo observar si hay redoblones nuevos ó remachados recientemente; en estos casos la caldera deberá someterse á la prueba de presion hidráulica que indican los reglamentos que publicamos en el apéndice.

Las fugas antiguas son muy peligrosas, porque el vapor en su

salida y el contacto del aire corroen mucho las chapas, y aunque se remachen despues los redoblones, siempre resultarán debilitadas aquellas, sobreviniendo el peligro de una explosion; en su consecuencia, debe observarse muy bien la caldera, y en cuanto que ocurra una fuga cualquiera, llamar al calderero para que la remedie en el acto.

Una vez terminado el exámen de todos los accesorios de la caldera, y en cuanto que se note la salida del vapor, se cierran las válvulas de seguridad y las llaves que estén abiertas, observando en seguida los movimientos del manómetro, que en el acto empezarán á señalar crecientes presiones, evidenciando esta circunstancia su buen estado de servicio.

El fogonero debe estar atento á las indicaciones del manómetro para evitar cualquier aumento ó disminucion de la presion fuera de los límites debidos, y al tubo de nivel para que el agua ni falte ni sobre en la caldera, como asimismo á las buenas funciones de la bomba de alimentacion.

Además de lo dicho acerca de estos tres aparatos al ocuparnos de las calderas, vamos á tratar ahora de lo que exige la práctica en los diferentes casos que puedan ocurrir.

Si la presion aumenta, se moderará el fuego antes de que el manómetro indique el máximo de presion que deba soportar la caldera, y si por un descuido dicha presion llega al límite, hé aquí lo que se debe hacer: primero moderar el tiro de la chimenea, cerrando algo su regulador; abrir las puertas del hogar; echar carbon fresco encima del encendido, de modo que se mate la llama por el pronto; y segundo, si esto no basta, sacar la lumbre afuera, y además, si el nivel del agua está bajo, alimentar en seguida para enfriar el agua; y tercero, cuando el peligro es inminente, retírese el fuego y ábranse todas las comunicaciones del hogar antes de abandonar el cuarto de las calderas.

Si peligroso es cualquier aumento excesivo de la presion, no lo es menos su descenso cuando no hay agua bastante en la caldera y es preciso alimentar en marcha; en este caso es necesario parar el motor, pues el descenso del agua en el tubo de nivel es, como sabemos, uno de los gravísimos peligros que pueden ocurrir en estos aparatos; en seguida se probará á ver si moviéndose la máquina de vacío puede alimentar, esto si no hay inyector automático que verifique dicha operacion, el cual se hará funcionar inmediatamente que se note un descenso de presion y la falta de agua, parando antes la máquina para que la presion que tenga la caldera se emplee íntegra en la alimentacion; en cualquier

caso, tan pronto como se note el aumento de agua en la caldera, se avivará el fuego activamente para elevar la presión al límite que sea necesario.

Al faltar el agua no debe descargarse de pronto el vapor de la caldera, sino muy poco á poco, abriendo sus salidas al exterior, pues en el acto ocurriría una ebullición tumultuosa por la falta de presión; de modo que saltando el líquido sobre las chapas enrojecidas, pudiera sobrevenir el estado esferoidal del agua, que, como hemos dicho al tratar de estos aparatos, constituye el mayor peligro al funcionar un generador.

La acción repetida de la llama sobre las chapas de la caldera en seco da lugar á que estas se *quemén*, como se dice vulgaramente, ocasionando graves trastornos en el estado molecular de las mismas, hasta el extremo de debilitarse, tanto que precisa sustituirlas sin demora por otras; operación muy costosa hasta lo increíble, por más que parezca á las personas poco entendidas en la materia cuestión fácil de verificar la reposición de cualquier chapa, ó á veces sustituir ó remachar simplemente un sólo redoblon colocado en un sitio de difícil acceso.

El fogonero comprobará diariamente las llaves de la caldera para cerciorarse de sus buenas funciones, y además limpiará antes de comenzar el trabajo, después de cada descanso, los tubos por donde pasan los fuegos del hogar, á fin de quitar el hollín acumulado en ellos, el cual, sobre impedir el debido aprovechamiento del calor, suele cortar el tiro, sobre todo cuando se emplean ciertos carbones de mala calidad.

La frecuencia en la limpieza del interior de la caldera debe estar en relación directa con la mayor ó menor cantidad de impurezas contenidas en el agua de alimentación; por lo tanto, cuando se empleen aguas que contengan gran cantidad de sales disueltas en ellas, más escrupulosa y frecuente debe ser la limpieza. Además, la producción de vapor será tanto más costosa cuanto más sucia esté una caldera; así, pues, hé aquí otra causa por la que debe recomendarse la limpieza de las calderas. Sin embargo, esta operación es difícil y costosa, porque es preciso *picar* con un martillo la chapa para que caigan las costras de las sales petrificadas sobre los fondos de las calderas, y para ello se necesita mucha paciencia y gran tacto, pues cualquier golpe excesivo puede herir la chapa y ser causa de un deterioro peligroso, difícil de reparar.

Se recomienda por la experiencia untar el interior de la caldera, después de bien limpia, con una mano de brea de hulla ó de

plombagina desleida en agua. Desde que empezaron á notarse los peligros de las incrustaciones, se recomendó echar raeduras de patatas en las calderas como remedio eficaz para evitarlas, pero sin gran resultado, y despues diariamente se vienen anunciando multitud de recetas que corrigen dicho inconveniente cuando de-

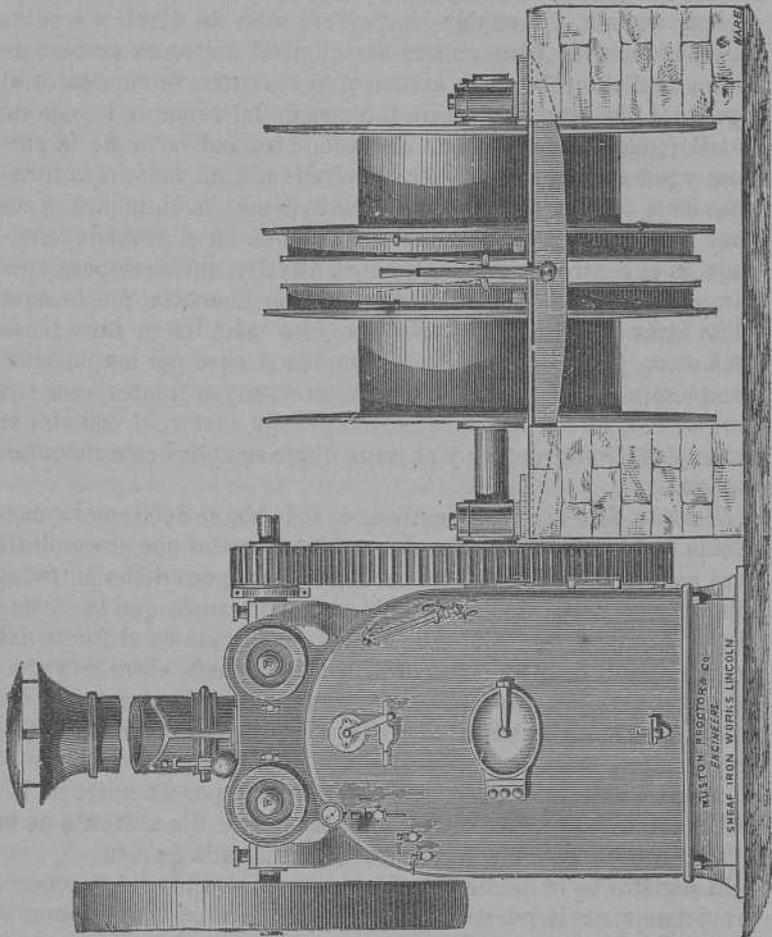


Figura 58

ban emplearse aguas salitrosas, por no haber otras mejores en la localidad.

Como ejemplo de que todos los aparatos de seguridad descritos en el curso de esta obra afectos á las calderas deben hallarse á la vista del fogonero, véase la figura que representa el grabado adjunto, número 58.

Representa este aparato una máquina semi-fija de vapor, dedicada al movimiento de dos grandes poleas para los fines distintos del torno, que, como sabemos, puede tener infinitas aplicaciones. La parte del hogar se ve de frente, indicándose su entrada en el centro con una ventanilla ovalada por donde se echa el carbon; encima, y á su derecha, está el tubo de nivel, y á la izquierda las llaves para comprobar el nivel del agua en caso de rotura de dicho tubo; más arriba, y en el centro, se encuentra el regulador que da paso ó cierra la entrada del vapor en la caja de distribucion, y á la izquierda el manómetro indicador de la presión; y por fin, sobre la caldera se observa, á un lado, el contrapeso de la válvula de seguridad. Por lo demás, la chimenea se supone cortada para economizar dimensiones en el grabado; encima y en el centro se indica una horquilla fija, que sirve para apoyar la chimenea, que, girando sobre una charnela, puede caer hácia atrás cuando precisa trasladar esta máquina de unos locales á otros, y que la chimenea no impida el paso por las puertas. Complementan el grabado los cilindros, cuyos frentes, con sus purgadores, se ven sobre la caldera; el eje motor, el volante, la trasmision de engranajes y el torno á que se aplica esta máquina especial.

Direccion del fuego.—La entrada de todo hogar debe estar guarnecida de hierro, á fin de que los *espetones* y *palas* que se emplean para *picar* el fuego y echar el carbon no estropeen dicha entrada, sobre la que debe ajustar muy bien la portezuela que la cierra; al efecto, una chapa bastante amplia, empotrada en el frente del hogar, servirá de cerco á la portezuela, y además, entre esta chapa y el principio de la rejilla, comprendiendo todo el espesor del muro de delante, existirá otra chapa horizontalmente colocada, con el objeto referido.

Se llama *altar* una parte saliente formada por un muro de ladrillo refractario ó una chapa doblada que se fija al límite de la rejilla para impedir que el carbon vaya más allá de esta.

El registro de la chimenea debe estar al alcance del fogonero, y muchas veces la puerta del hogar y dicho registro se comunican, de modo que cuando se abre uno se cierra la otra, pues así conviene al echar carbon, disminuir el tiro para que no se enfrie la caja de fuego y conductos de caldeamiento.

Como las chimeneas de las locomotoras no pueden ser muy altas, se aumenta el tiro en ellas por medio del vapor de escape, que como estas máquinas no tienen condensador, sale directamente al aire libre, y su fuerza expansiva se utiliza con dicho ob-

jeto á voluntad del maquinista por medio de una válvula que está siempre al alcance de su mano, mediante la cual se lanzan bocanadas de vapor en la referida chimenea.

El fogonero debe tener una idea de lo que es la combustion, y al efecto le conviene saber que los cuerpos que arden necesitan del aire para verificar esta trasformacion; pero el aire se compone casi exclusivamente de la mezcla de dos gases, *oxígeno* y *nitrógeno*, siendo el primero de los dos el único que se utiliza para la combustion, pues el nitrógeno ó *ázo*, como dicen los franceses, no sirve para alimentar el fuego; su intervencion en el aire atmosférico está reducida á neutralizar los efectos demasiado enérgicos del oxígeno, que en la respiracion de los séres animados causaria grandes estragos, toda vez que se ha visto morir al poco tiempo á pequeños animales á quienes se ha introducido bajo una campana de cristal llena de oxígeno puro, aunque poseidos de una especie de felicidad aparente, efecto de la accion enérgica del referido gas. De igual modo una luz, introducida bajo la misma campana, aviva su llama considerablemente, consumiéndose al poco rato.

En cambio el otro gas que existe en el aire, el nitrógeno, se ha experimentado que no es respirable ni sirve tampoco para la combustion, pereciendo por asfisia el animal sometido bajo su influencia, y asimismo se apaga en seguida cualquier llama sometida á igual experimento.

Ahora bien; en el aire existe cuatro veces más nitrógeno (gas privativo de la vida) que oxígeno; de manera que por cada 5 metros cúbicos de aire que pasan por la rejilla del hogar, sólo se aprovecha la quinta parte que contiene de oxígeno puro, y *de aquí la necesidad de hacer más activa la corriente de aire cuando se desea avivar el fuego.*

Como resultado de toda combustion, se produce cuando es completa *ácido carbónico*, gas inofensivo para la economía animal, pero que, como el nitrógeno, asfisia al sér viviente que le respira; si la combustion no se hace en buenas condiciones, se desprende otra clase de gas, llamado *óxido de carbono*, que es un verdadero veneno. Este gas se produce siempre que se nota una llama azulada sobre las áscuas, señalando, como hemos dicho, una combustion incompleta. Además, en toda combustion se producen diversos gases, como vapor de agua y otros que, purificados convenientemente, son combustibles, como lo es el gas del alumbrado, pero cuyo conocimiento no interesa al fogonero.

Todo combustible encierra materias fijas en su composicion que no arden, constituyendo lo que se llaman las cenizas.

Los gases de toda buena combustion deben ser incoloros, y si se manifiestan negros, es debido á las particulas de carbon que arrastra la fuerza del tiro, es decir, chispas apagadas que no han podido arder, porque los gases incomburentes de las llamas las arrebatan del hogar solicitadas por el tiro antes de que se quemem completamente. Por lo tanto, la produccion de humos demasiado oscuros indica desde luego una mala combustion.

Para encender bien el hogar se ponen virutas secas y astillas, y encima el carbon de piedra estrictamente necesario, disponiéndolo de un modo que sólo la práctica enseña, y despues se va añadiendo más carbon, pero poco á poco, pues si se hiciera de una vez no arderia con tanta facilidad, ya por no dejar pasar bien el aire en los primeros momentos, cuando el tiro es insignificante, ó porque la frialdad misma del carbon que se echa encima apague la debilidad calorífica de los pocos carbonos que empiezan á quemarse.

El fogonero, siempre atento á la buena marcha del hogar, reconocerá de vez en cuando la naturaleza de la llama que se forme sobre la lumbre, para evitar las combustiones imperfectas que puedan verificarse, que, como hemos dicho, se manifiestan por la coloracion azul, indicando la presencia fatal del óxido de carbono; al propio tiempo observará las manchas negras que se forman sobre el hogar á causa de la destilacion de algunas hullas que, conteniendo demasiada brea, se liquida esta y apaga los carbonos inmediatos, lo que se anuncia por una humareda ne-gruzca que desarrolla muy poco calor; en una palabra, la llama ha de ser clara, viva y muy igual en *toda* la extension de la rejilla. Para ello es preciso extender bien el carbon, echarle poco á poco, no exceder la capa extendida de un decímetro de espesor cuando se emplee la hulla, y aun algo menos á medida que contenga mayor cantidad de brea en su composicion, y además el fogonero limpiará la rejilla de toda clase de escorias y cenizas que puedan interrumpir el libre acceso del aire.

Cuando precisa cargar mucha cantidad de carbon porque así lo exija una mayor produccion de vapor, se empujará la mayor parte del fuego atrás, y delante se colocará todo el carbon que se eche de nuevo, cargando sobre las áscuas una pequeña parte de este, que se irá aumentando poco á poco á medida que se vaya activando la lumbre; de este modo los muchos humos que se desprenden de delante, y que son solicitados por el tiro, pasarán sin

remedio por encima de la lumbrer mejor encendida, quemándose muy bien, en beneficio de la buena utilizacion del combustible. En este caso, y siempre que se comprenda que pasa poco aire por la rejilla, conviene entreabrir la portezuela del hogar para que supla esta entrada algo moderada la deficiencia de la rejilla; algunas portezuelas tienen un ventanillo suplementario que descubre algunos agujeros de paso, muy útiles en estas ocasiones.

Como regla general, y en atencion á lo que acabamos de exponer, el fogonero deberá cargar siempre el combustible más bien á la parte de adelante que á la de atrás.

Todas las operaciones en que sea preciso abrir la portezuela del hogar deben hacerse pronto, porque no conviene esté abierta mucho tiempo, tanto por evitar el paso del aire exterior que enfriará la caldera, disminuyendo la produccion del vapor, como porque estos enfriamientos en las chapas del generador son perjudiciales á causa de las contracciones que en ellas se originan, determinándose holguras en las juntas y debilitándose el material en perjuicio de la buena vejez del aparato. En todo caso conviene cerrar en parte ó por completo el registro de la chimenea, á fin de evitar una circulacion demasiado activa de aire frio.

Por último, disponiendo el fogonero del registro de la chimenea y de la portezuela del hogar para abrir ó cerrar estos pasos cuando quiera, y siendo potestativo en él la reparticion del gasto sucesivo de combustible, procurará, para bien del aparato que se le confía, para la mejor produccion del vapor y en beneficio de la economía de ese *pan negro* que tan caro cuesta á la industria, que la combustion sea todo lo más regular posible, y que su marcha sea lenta, evitando la necesidad de avivarla en determinados casos; al efecto, si ha de exigirse un mayor esfuerzo á la máquina ó un aumento en la produccion del vapor, deberá saberlo de antemano el fogonero para ir preparando poco á poco el fuego.

Al medio dia, es decir, al aproximarse la hora de siesta, se deberá limpiar el fuego, los conductos de humo y ejecutar todas las operaciones que puedan enfriar la caldera; en seguida se cargará con carbon fresco el hogar si la parada ha de ser corta, y moderar siempre el tiro, cerrando en parte el registro de la chimenea.

Respecto al combustible, se deberá tener siempre al abrigo de toda humedad. A este propósito no debemos concluir sin recomendar, tanto á los dueños de fábricas como á los fogoneros honrados, procuren desterrar la corruptela de las propinas que distribuyen los almacenistas de combustibles entre aquellos, pues

tan inmoral costumbre es causa de graves inconvenientes para la industria, cuyo alcance comprenderá el lector despues de cuanto dejamos expuesto en la presente obra, toda vez que, álte-rando la marcha del hogar para desacreditar ó hacer bueno un combustible, se originan gastos siempre, y lo que es peor, ulter-iores perjuicios en la caldera, de costosa ó imposible repa-racion.

APPENDIX

EXPLANATION OF ABBREVIATIONS

The following abbreviations are used in the text of this report:

- 1. *Acetabularia* - *Acetabularia*
- 2. *Algae* - *Algae*
- 3. *Algal* - *Algal*
- 4. *Algal* - *Algal*
- 5. *Algal* - *Algal*
- 6. *Algal* - *Algal*
- 7. *Algal* - *Algal*
- 8. *Algal* - *Algal*
- 9. *Algal* - *Algal*
- 10. *Algal* - *Algal*
- 11. *Algal* - *Algal*
- 12. *Algal* - *Algal*
- 13. *Algal* - *Algal*
- 14. *Algal* - *Algal*
- 15. *Algal* - *Algal*
- 16. *Algal* - *Algal*
- 17. *Algal* - *Algal*
- 18. *Algal* - *Algal*
- 19. *Algal* - *Algal*
- 20. *Algal* - *Algal*
- 21. *Algal* - *Algal*
- 22. *Algal* - *Algal*
- 23. *Algal* - *Algal*
- 24. *Algal* - *Algal*
- 25. *Algal* - *Algal*
- 26. *Algal* - *Algal*
- 27. *Algal* - *Algal*
- 28. *Algal* - *Algal*
- 29. *Algal* - *Algal*
- 30. *Algal* - *Algal*
- 31. *Algal* - *Algal*
- 32. *Algal* - *Algal*
- 33. *Algal* - *Algal*
- 34. *Algal* - *Algal*
- 35. *Algal* - *Algal*
- 36. *Algal* - *Algal*
- 37. *Algal* - *Algal*
- 38. *Algal* - *Algal*
- 39. *Algal* - *Algal*
- 40. *Algal* - *Algal*
- 41. *Algal* - *Algal*
- 42. *Algal* - *Algal*
- 43. *Algal* - *Algal*
- 44. *Algal* - *Algal*
- 45. *Algal* - *Algal*
- 46. *Algal* - *Algal*
- 47. *Algal* - *Algal*
- 48. *Algal* - *Algal*
- 49. *Algal* - *Algal*
- 50. *Algal* - *Algal*
- 51. *Algal* - *Algal*
- 52. *Algal* - *Algal*
- 53. *Algal* - *Algal*
- 54. *Algal* - *Algal*
- 55. *Algal* - *Algal*
- 56. *Algal* - *Algal*
- 57. *Algal* - *Algal*
- 58. *Algal* - *Algal*
- 59. *Algal* - *Algal*
- 60. *Algal* - *Algal*
- 61. *Algal* - *Algal*
- 62. *Algal* - *Algal*
- 63. *Algal* - *Algal*
- 64. *Algal* - *Algal*
- 65. *Algal* - *Algal*
- 66. *Algal* - *Algal*
- 67. *Algal* - *Algal*
- 68. *Algal* - *Algal*
- 69. *Algal* - *Algal*
- 70. *Algal* - *Algal*
- 71. *Algal* - *Algal*
- 72. *Algal* - *Algal*
- 73. *Algal* - *Algal*
- 74. *Algal* - *Algal*
- 75. *Algal* - *Algal*
- 76. *Algal* - *Algal*
- 77. *Algal* - *Algal*
- 78. *Algal* - *Algal*
- 79. *Algal* - *Algal*
- 80. *Algal* - *Algal*
- 81. *Algal* - *Algal*
- 82. *Algal* - *Algal*
- 83. *Algal* - *Algal*
- 84. *Algal* - *Algal*
- 85. *Algal* - *Algal*
- 86. *Algal* - *Algal*
- 87. *Algal* - *Algal*
- 88. *Algal* - *Algal*
- 89. *Algal* - *Algal*
- 90. *Algal* - *Algal*
- 91. *Algal* - *Algal*
- 92. *Algal* - *Algal*
- 93. *Algal* - *Algal*
- 94. *Algal* - *Algal*
- 95. *Algal* - *Algal*
- 96. *Algal* - *Algal*
- 97. *Algal* - *Algal*
- 98. *Algal* - *Algal*
- 99. *Algal* - *Algal*
- 100. *Algal* - *Algal*

APÉNDICE

REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES OFICIALES

que interesan á los maquinistas, fogoneros y dueños de fábricas

Nuestra naciente industria, en sus diversas manifestaciones, exige que así el Gobierno como los Municipios y las empresas particulares muestren gran empeño de ajustar á reglas fijas el ejercicio del trabajo industrial, tanto para prevenir súbitas catástrofes, como graves trastornos en la salud de las personas ó en la estabilidad de las cosas que intervienen ó rodean determinadas fabricaciones y aparatos que se emplean en ellas.

Desgraciadamente en nuestra España se mira con poco interés cuanto interesa á ese trabajo fabril y manufacturero que caracteriza, cuando es potente, á las grandes naciones del mundo, y así se ve sin proteccion alguna nuestra industria, expuesta á toda clase de torpes ingerencias de los Ayuntamientos, que en esto interpretan, en perjuicio del país, aquella idiosincracia nacional. Como ejemplo de tan triste verdad señalaríamos muchos ejemplos en que, habiéndose prohibido el libre ejercicio de una fabricacion en determinados puntos, en otros se autoriza sin obstáculo alguno, asimismo en otras localidades se suspenden arbitrariamente ciertas industrias de antiguo establecidas, que se toleran, sin embargo, en cualquier poblacion, y todo ello por servir intereses particulares.

Así, pues, ante tal estado de cosas se hace preciso *una legislacion industrial para toda la Nacion*, á fin de que, bien estudiadas

las condiciones en que deban funcionar aparatos y fábricas, los industriales sepan á qué atenerse, y nadie pueda atropellarles, como ahora sucede, en el libre ejercicio *legal* de la produccion fabril y manufacturera á que se dediquen, cesando de una vez para siempre las arbitrariedades de ciertos Municipios, entre los que descuella el de la capital de España, que bajo este concepto viene dando un ejemplo poco envidiable ciertamente.

Por otra parte, los que se dedican al penoso y difícil manejo de las máquinas de vapor necesitan saber las condiciones precisas para ejercer su honrosa profesion en las aplicaciones que de ellos hace el Gobierno y las empresas particulares.

En su consecuencia, nos hemos decidido á publicar la presente agrupacion de disposiciones oficiales á que deben sujetarse, tanto los maquinistas y fogoneros, como los aparatos que deben dirigir, principiando por el articulado que más interesa sobre los reglamentos vigentes del cuerpo de maquinistas y de marineros fogoneros de la Armada, de la marina mercante y de los maquinistas y fogoneros de los Caminos de hierro del Norte, donde se previenen sábias prescripciones muy bien estudiadas referentes á la buena direccion de las máquinas y aparatos de que se ocupa este libro, terminando con la reglamentacion municipal sobre motores de vapor referentes á Madrid y Barcelona, segun el proyecto aprobado para la primera, y el que rige en la segunda capital de España, que por acuerdo de otros Municipios se halla vigente en determinadas localidades de la Península.

REGLAMENTO ORGÁNICO del Cuerpo de Maquinistas de la Armada

DE LOS EXÁMENES

Art. 16. Los exámenes de ingreso en el Cuerpo de Maquinistas de la Armada, y una vez admitidos en él para pasar de una clase á la inmediata superior, versarán sobre las materias siguientes:

- 1.º Aritmética.
- 2.º Geometría.
- 3.º Nociones de Geometría descriptiva.
- 4.º Nociones de Física y Mecánica.

5.º Máquinas de vapor aplicadas á la navegacion.

La extension con que deberán exigirse estas materias será la marcada en el programa anejo á este Reglamento.

Sufrirán además los candidatos un exámen práctico en los talleres de las factorías de los Arsenales ó á bordo de un buque de vapor, ó en los dos puntos sucesivamente, segun la Junta de exámenes lo crea conveniente, en vista de los recursos que ofrezca el Arsenal donde se verifique, y tendrá por objeto asegurarse de que los aspirantes saben:

1.º La manera de disponer el carbon en los hornos; llevar bien los fuegos; arreglar el tiro de la chimenea; hacer la purga de superficie, la evacuacion, la alimentacion; el uso y manejo de los salinómetros, manómetros, válvulas de seguridad y atmosféricas; hacer la limpieza de los tubos de las calderas y de las incrustaciones salinas y depósitos que se forman en el interior de las mismas; limpiar y esmerilar tubos, válvulas y grifos; empaquetar; hacer bien una junta y una cajeta de empaquetado; limpiar y purgar las máquinas; ponerlas en movimiento y pararlas.

2.º Armar, desarmar y empaquetar una pieza cualquiera de las máquinas; regular la introduccion del vapor en los cilindros y la inyeccion en el condensador.

3.º Hacer uso de la expansion; el manejo del indicador de Watt, y llevar el diario ó cuaderno de vapor.

4.º Hacer un croquis acotado de una de las piezas ú órganos sencillos de una máquina ó caldera, como por ejemplo, un grifo, una válvula, una chumacera, un balancin, una barra de conexion, una puerta de entrada de los hornos, etc.

5.º Hacer un croquis acotado de un órgano ó pieza compuesta de una máquina, como por ejemplo, un émbolo con su barra completa, una caja de válvulas, una bomba de aire ó una alimenticia, el aparato de mover á mano, etc.; debiendo además hacer por el croquis citado un plano exacto, de modo que por él pueda ejecutarse la pieza en los talleres.

6.º Hacer uno ó varios croquis acotados de una caldera completa; de la máquina auxiliar para la alimentacion, ó del conjunto de las máquinas; debiendo, como en el caso anterior, trasladar en limpio y con arreglo á escala los croquis acotados.

7.º Los oficios de herrero y calderero, lo suficiente para forjar un perno ó tornillo, unir dos piezas á calda, poner un remache ó un parche en una caldera ó chimenea, reemplazar un estay, soldar ó colocar un tubo ú otros ejercicios análogos.

8.º Ajustar con perfeccion una superficie plana, chumacera ó luchadero de eje, válvula, grifo, etc.

9.º Ajustar, centrar y nivelar con perfeccion una pieza cualquiera ú órgano de una máquina de vapor.

Art. 17. Los exámenes para Ayudantes de máquina versarán sobre nociones de Aritmética, con la extension que fija el programa y sobre los ejercicios prácticos 1.º, 7.º y 8.º del artículo anterior, debiendo además contestar con acierto á las preguntas esencialmente prácticas de la Junta de exá-

menes acerca del manejo, precauciones que deben tenerse y modo de funcionar de las máquinas de los buques.

Para formar la nota final se dará al exámen práctico doble importancia que al teórico.

Art. 18. Los exámenes para cuartos Maquinistas, cualquiera que sea la procedencia de los candidatos, versarán sobre Aritmética, con la extensión que se fija en el programa, y sobre los ejercicios 1.º, 2.º, 4.º, 7.º y 8.º del art. 16.

Art. 19. Los exámenes para terceros Maquinistas versarán en la parte teórica sobre las materias y con la extensión que marca el programa, y en la parte práctica sobre los ejercicios 1.º, 2.º, 3.º, 4.º, 7.º y 8.º del mismo artículo.

Art. 20. Los exámenes para segundos Maquinistas habrán de recaer: en la parte teórica, sobre las materias y con la extensión que fija el programa; en la parte práctica, sobre los ejercicios 1.º al 8.º, ambos inclusive, de los expresados en el art. 16.

Art. 21. Los exámenes para primeros Maquinistas de segunda clase versarán sobre todas las materias de que trata el art. 16, tanto teóricas como prácticas, sujetándose para la extensión de las primeras á lo que fija el programa anejo.

Art. 22. Los exámenes para Ayudantes, cuartos Maquinistas, terceros y segundos, se verificarán en los Arsenales de la Península y en los de los Apostaderos de la Habana y Filipinas. En la Carraca, Ferrol y Cartagena empezarán el día 15 de cada uno de los meses Marzo, Junio, Setiembre y Diciembre; en el Arsenal de la Habana, el mismo día de cada uno de los meses Febrero, Mayo, Agosto y Noviembre, y en el de Cavite el día 1.º de cada uno de los meses Enero, Abril, Julio y Octubre, siendo de cuenta de la Hacienda los viajes que verifiquen los Maquinistas para tomar parte en los exámenes reglamentarios.

Con la debida anticipacion se determinará el número de plazas que de cada clase habrán de proveerse en cada uno de los Arsenales.

Art. 23. Los exámenes de segundos Maquinistas para primeros de segunda clase se verificarán precisamente en el Arsenal de Ferrol, y empezarán el día 1.º de cada uno de los meses Enero, Abril, Julio y Octubre.

Los segundos Maquinistas que voluntariamente dejen de presentarse á exámen en la primera ocasion que esta deba verificarse despues que hayan concluido su tiempo de embarco, ó no lo soliciten con la anticipacion necesaria, se entiende que renuncian á las ventajas que de otro modo pudieran resultarles, y no entrarán en número para cubrir vacante sino con los que se examinan en la misma época. En igualdad de circunstancias serán preferidos los que cuenten más tiempo de segundos.

Los desaprobados en un exámen no podrán repetirlo hasta pasado un año desde el anterior.

OBLIGACIONES Á BORDO

Art. 51. Corresponderá á los Maquinistas mayores destinados en los Departamentos y Apostaderos, ó embarcaderos en Escuadra, inspeccionar la buena conservacion, aseo y economía de las máquinas en los buques que la compongan, ó de los armados y desarmados en los Arsenales, reemplazando en estas funciones á los de á flote, y proponiendo oportunamente á quien correspondá todas aquellas obras y reparaciones que con sujecion á las órdenes é instrucciones del Comandante de Ingenieros deban practicarse bajo su direccion, y que conduzcan mejor á tan preferente objeto. Cuando se considere conveniente estarán al mismo tiempo al frente de uno de los talleres de la factoría.

Art. 52. El primer Maquinista tendrá á su cargo las máquinas, calderas, herramientas y todos los efectos de respeto y consumo de las mismas, así como las bombas del buque y destiladores ó condensadores para obtener agua dulce; cuidará por sí y hará cuidar á sus subordinados de la limpieza y conservacion de todo ello, como tambien de la economía de los efectos de consumo, siendo responsable de cualquiera falta en la observancia de este precepto.

Art. 53. Mantendrá las máquinas y calderas en perfecto estado de servicio, avisando con la posible anticipacion al Comandante, por conducto del Oficial encargado, de cualquier defecto ó novedad que en ellas notase, para su pronta reparacion, cuidando con esmero de ejecutar sin pérdida de tiempo los pequeños ajustes y composiciones que en ellas se ofrecieren, para evitar daños que en lo sucesivo pudieran ser de más consideracion; mantendrá asimismo las calderas perfectamente secas interior y exteriormente, avisando al Comandante, por el conducto dicho, de cualquiera gotera que pudiera ocasionar derrames de agua sobre ellas; cuidará de picar con la posible frecuencia las incrustaciones ó escamas que se formen interiormente, limpiando el hollín de los tubos, fluses y chimeneas; igual cuidado tendrá con las máquinas, impidiendo los depósitos de agua en los cilindros y cajas de válvulas, y el contacto prolongado del bronce de los collarines ó caja de los empaquetados, así como en las barras de los émbolos y demás accesorios, moviendo las máquinas diariamente una extension de la cuarta parte del golpe por lo menos. En los buques de hélice con pozo se asegurará igualmente de tiempo en tiempo de que las agujas y bastidor de la hélice están corrientes para que suba y baje el propulsor sin dificultad; reconocerá con frecuencia los cojinetes ó chumaceras, los empaquetados, los grifos, la goma de las válvulas, los tubos de alimento y de purga, y demás accesorios de las calderas, para cerciorarse de sus buenas condiciones y remediar los defectos que notase con los elementos que estuvieran en su mano, dando parte al Comandante, por conducto del Oficial encargado, de la obra que no pudiera hacerse á bordo, y para la que fuera preciso la ayuda de talleres, en cuyo caso pedirá su ejecucion con arreglo á lo que esté preceptuado para estos casos.

Art. 54. Siempre que el buque entre en dique ó suba al varadero, bien sea para limpiar sus fondos, bien para remediar cualquier avería del casco ó de las máquinas, el primer Maquinista ó el que haga sus veces examinará y reconocerá escrupulosamente los grifos ó válvulas de Kingston destinadas para el servicio de las calderas y condensadores, el tubo de descarga de este, y si el buque fuese de hélice, la bocina del codaste, los asientos de la hélice, los discos del empuje, las guías ó correderas, y en una palabra, todos los accesorios ó parte de la máquina que no es posible reconocer á flote, dejándolas todas antes de salir del dique ó varadero en perfecto estado de servicio. Tomará además antes de la varada las precauciones convenientes para que del asiento que tome el buque en la grada no resulten accidentes en las máquinas por efecto de una desnivelacion ó descentracion.

En los buques de hélice con máquinas de émbolo tubular ó trunk cuidará de mantener en el más perfecto estado las empaquetaduras del mismo; evitará por cuantos medios estén á su alcance que en los baldeos y limpiezas éntre arena por las lumbreras y escotillas del cuarto de las máquinas, ó por el pozo de la hélice, para impedir los accidentes serios á que puede dar lugar en el aparato; evitará igualmente el uso del esmeril ó tierra de cualquiera clase en los luchaderos de toda especie, y por último, se cerciorará á menudo del estado de los ejes y demás piezas de hierro que se hallan en contacto con el bronce y el agua del mar.

Art. 55. En circunstancias ordinarias podrá el Maquinista disponer por sí, previo aviso al Oficial de guardia, las reparaciones, limpieza, reconocimiento, achique ó cualquiera otra operacion en las máquinas cuya duracion no pase de dos horas, durante las que ordinariamente se asignan para su limpieza; pero no podrá, sin permiso del Comandante, solicitado por el Oficial encargado, emprender otros trabajos, encender los hornos ó desarmar piezas de entidad que requieran más tiempo que el prefijado y que entorpezcan el ponerse en inmediato movimiento. Cuando ocurra, con la competente autorizacion, el montar ó desarmar una pieza de entidad, deberá presenciar y dirigir en persona los trabajos.

Art. 56. Procurará mantener constantemente las máquinas en situacion de ponerse en movimiento, cuidando de reponer desde la llegada á puerto el combustible y demás artículos de consumo.

Art. 57. El primer Maquinista del buque, ó el que haga sus veces, deberá dirigir todas las operaciones de herrería y reparaciones de bombas, destiladores ó máquinas que se ejecuten dentro del buque; igualmente estará obligado á asistir, si para ello recibiera órden del Comandante, á las reparaciones que se hicieren, ya sea en tierra, en la mar ó en el puerto en que se encontrase, en las máquinas de los buques de guerra nacionales ó extranjeros, sin exigir retribucion alguna; pero si fueran mercantes, en parajes donde no haya talleres ó recursos de que valerse, podrá tener opcion á que por cuenta de los mismos se les remunere por su trabajo en cantidad que no exceda de su haber diario por el tiempo que aquellas durasen.

Art. 58. El primer Maquinista, y los demás en su ausencia, no permitirán, bajo la más estrecha responsabilidad, que baje á la máquina indivi-

duo alguno que no sea Oficial, Guardia-marina, ó que lleve permiso del Comandante ú Oficial de guardia, ni que entren en ella licores de ninguna especie, ropa ú otros objetos que no sean peculiares de la misma, ni conservar en ella ó en sus pañoles, bajo ningun pretexto, aguarrás, espíritus ó combustibles de cualquiera naturaleza. Igual precaucion deberá tener con las estopas de algodón que tuviere á su cargo, cuidando de que no se guarden húmedas ni se conserven en los pañoles ú otro paraje que no sean los hornos las que estuvieren untadas con aceite; vigilará además que no se cuelguen en el cuarto de las máquinas ni se pongan en su inmediacion objetos que á su caída puedan ocasionar averías en ellas.

Art. 59. El primer Maquinista cuidará con la mayor puntualidad del reconocimiento y recibo del carbon y efectos de la máquina por sí mismo, ó por sus inmediatos subordinados cuando las circunstancias se lo impidan, pero siempre en la inteligencia de que cualquier defecto ú omision será de su exclusiva responsabilidad. A la llegada á bordo de los efectos podrá rectificar su peso ó medida, y cuidará que se coloquen con orden en sus respectivos pañoles, y que el carbon se estive convenientemente en las carboneras, repartiéndolo por igual.

Art. 60. Las piezas que reciba del pendiente ó respeto de las máquinas, procurará probarlas, si es posible, en el sitio que deban funcionar, para convencerse de su buen estado de servicio; y de no poder verificarlo, rectificará escrupulosamente sus dimensiones y forma. No podrá hacer alteracion alguna en la máquina ó sus accesorios sin prévia consulta y consentimiento del Comandante de Ingenieros del Departamento ó Apostadero en que se halle destinado y del del buque, á no ser que esta medida fuese dictada por circunstancias extraordinarias en que peligraran algunas de las partes de las máquinas, debiendo siempre participarlo al expresado Jefe en la primera oportunidad que se presente.

Art. 61. Aunque todo Maquinista, cualquiera que sea su clase, está obligado desde luego á enseñar y dirigir en sus trabajos á los subordinados que actúen con él en cualquiera faena de su profesion, será del cuidado especial del primer Maquinista la instruccion teórico-práctica de los demás de su buque sobre el manejo de las máquinas y calderas, su conservacion, reparacion y montaje, cuidando de guiar y estimular el talento de los jóvenes que tuviere á sus órdenes, cuya instruccion diaria, por lo menos de dos horas, y buen comportamiento en general, han de redundar siempre en su buen crédito y hacerle acreedor al aprecio de sus Jefes, y al respeto y consideracion de sus subordinados. Se hará notar en su hoja de servicios, y servirá de mérito para optar á destinos de ventaja y demás adelantos en su carrera, el grado de celo que hubiera mostrado en el desempeño de este importante deber, para lo cual deberá presentar un cuaderno donde esté anotado el resumen de las lecciones que diere.

Art. 62. En las visitas de inspeccion, el primer Maquinista acompañará al Comandante en el cuarto de las máquinas ó á la persona en quien este delegue. En caso de combate ú otro accidente, y en las operaciones de levar ó dar fondo, teniendo los fuegos encendidos, su puesto y el de sus

subordinados será en la máquina, si por el Comandante no se hubiese dispuesto otra cosa. En los ejercicios, y no estando las máquinas encendidas, ocupará con sus subordinados el lugar que aquel les hubiese designado.

Art. 63. El primer Maquinista examinará con frecuencia el grado de temperatura de las carboneras, para prevenir la combustión espontánea del carbon; y en caso de que sucediera, tomará inmediatamente las disposiciones necesarias para disminuir sus efectos, dando en seguida parte al Oficial de guardia. También cuidará de que la ventilación del cuarto de las máquinas y calderas se haga del modo más conveniente, para disminuir los efectos del calor en estos puntos.

Art. 64. El primer Maquinista dará cuenta todas las mañanas al segundo Comandante del buque y al Oficial encargado de la máquina, de los accidentes ordinarios ocurridos en ella durante la noche y de la cantidad de carbon consumido, y en puerto tomará de los mismos la orden para la hora en que deba hacerse la limpieza, á fin de que coincida con la fijada para la general del buque.

SERVICIO EN PUERTO Y EN LA MAR

Art. 65. Los Maquinistas de todo buque armado mantendrán en puerto una guardia constante, que permanecerá á bordo, exceptuándose de este servicio el primer Maquinista, que se considerará de guardia perpétua, á las órdenes del Comandante.

Art. 66. Las guardias de puerto empezarán de moderno ó antiguo, como por regla general disponen las Ordenanzas de la Armada, y se llevará un libro, que se firmará por el primer Maquinista, en que se anoten las operaciones extraordinarias que se ejecuten en las máquinas; las horas en que se enciendan y apaguen los fuegos; las cantidades consumidas de carbon y otros efectos, y las que se reciban, y por último, anotará dia por dia el trabajo que desempeñen sus subordinados, y cuantas particularidades crea convenientes para el más exacto conocimiento del estado de las máquinas, calderas y efectos que tiene á su cargo.

Art. 67. El servicio en la mar se distribuirá en dos ó más guardias, tomando parte en ellas el primer Maquinista cuando las circunstancias lo requieran por disposición del Comandante, y empezará de antiguo á moderno.

Art. 68. El primer Maquinista hará que asistan sus subordinados á las operaciones de encender y apagar los fuegos, y poner en movimiento las máquinas; los repartirá en cada una de las guardias, segun su suficiencia; dará las instrucciones que en ella deban observarse respecto al modo de funcionar de las máquinas y orden de llevar los fuegos, encargando principalmente que la alimentación de las calderas se haga con regularidad, á fin de mantener el nivel del agua á la altura debida; que la presión del vapor se sostenga la misma sin necesidad de un gasto inútil de combustible, ni de abrir y cerrar las válvulas de seguridad; que las extracciones y

purga de superficie se hagan oportunamente y en vista del grado de saturación que acuse el salinómetro, y que la lubricación se haga con regularidad. Llevará, por último, y hará llevar por sus subordinados, cuenta del consumo del combustible y demás artículos, haciendo las demás anotaciones que exige el cuaderno de vapor.

Art. 69. El primer Maquinista, ó el que haga sus veces, podrá en casos urgentes de incendios, varadas, roturas, riesgo inminente de cualquier individuo, calentamientos, escapes, de agua ó de vapor, vías de agua en el buque ó falta de esta en las calderas, parar, ciar con las máquinas, apagar los fuegos, etc., sin previo aviso, participando inmediatamente al Oficial de guardia ó Comandante el motivo que le obligó á esta determinación.

Art. 70. Deberá exponer en persona al Comandante, Oficial encargado de la máquina ú Oficial de guardia, segun los casos, el perjuicio que pueda seguirse á las máquinas por las circunstancias especiales en que se halle el buque, y siempre que el andar de este sobrepuje al de la hélice, para evitar las sacudidas del propulsor, que pudieran ocasionar notables averías si no se disminuyera la vela ó suspendiera el movimiento, con todo aquello que creyera ser beneficioso para la mejor preservación del aparato; pero en esto, como en todo cuanto tenga relación con el servicio, deberá atenerse estrictamente á lo que resuelva el Comandante, y sólo en caso de prever averías inmediatas de consideración, estará obligado á manifestarlo de un modo preciso y terminante, aunque respetuoso, de palabra ó por escrito, para salvar en todo tiempo su responsabilidad.

Art. 71. En caso de accidentes en las máquinas que ocasionen muertes, heridas, roturas de piezas de consideración, derrames ó pérdidas de los objetos de carga ó consumo, estará obligado el primer Maquinista ó el de guardia que presencie el caso á dar inmediatamente parte por escrito al Oficial de guardia para que este formalice el suyo, y pueda procederse á la instrucción de la correspondiente averiguación sumaria.

Art. 72. Cuando reciban la orden de encender los fuegos, mientras se levanta vapor y antes de ponerse en movimiento, examinará el primer Maquinista la totalidad del aparato en sus detalles más importantes, para asegurarse que se halla en perfecto estado de funcionar de un modo regular y constante, cuidando de que todos los objetos necesarios estén asegurados y preparados para los balances. Observará al mismo tiempo si en la inmediación de las ruedas ó de las alas de la hélice, cuando el buque esté á pique de ancla, hay alguna boya, cabo ó cuerpo flotante que pueda ocasionar averías ó entorpecimientos que detengan la salida, para tratar de evitarlos.

Art. 73. En la entrega de las guardias, el Maquinista entrante y saliente pasarán una revista á las máquinas y calderas para cerciorarse de su estado, comunicándose al mismo tiempo las órdenes é instrucciones que hubieran recibido del primero.

Art. 74. Una vez llegado al puerto y apagados los hornos, mientras se conserven calientes las máquinas, se procederá á su limpieza.

En cuanto se enfrien las calderas, se examinarán cuidadosamente para

reconocer los estays, tirantes y tubos, depósitos é incrustaciones salinas y estado general en que se encuentren, tanto interior como exteriormente, á fin de proceder á su reparacion ó limpieza si fuese necesario, pasando el primer Maquinista al Comandante, por conducto del Oficial encargado, una relacion circunstanciada del estado de las máquinas y calderas, de las reparaciones ú obras que á su juicio necesiten, de la cantidad y estado del combustible y demás efectos de consumo que existan á bordo; y por último, los que necesite reemplazar y excluir para que el aparato quede en perfecto estado de servicio.

OBLIGACIONES DE LOS MAQUINISTAS DESEMBARCADOS

Art. 75. Los Maquinistas desembarcados por efecto del desarmo total ó carena del buque de su destino continuarán asignados á él mientras no se disponga otra cosa, pero dependientes y agregados á los talleres de máquinas de los Arsenales respectivos. Asistirán diariamente por consiguiente á dichos talleres, y trabajarán en las obras que el Maestro mayor les designe, segun las instrucciones que de antemano haya recibido del Ingeniero, ocupándolos con preferencia en las pertenecientes al buque de donde procedan. Mientras subsistan agregados á los talleres, quedarán sujetos á la Ordenanza de Arsenales, y demás reglamentos y disciplina que se hallen establecidos en los mismos, ateniéndose respecto á la permanencia en los trabajos á lo que se observe y practique por los demás Maestros de los talleres. Los Maquinistas desembarcados por enfermedad, traslacion de otro Departamento ó por excedentes de los buques, quedarán como los anteriores asignados á los talleres de máquinas, bajo las mismas condiciones. Desde segundos Maquinistas inclusive abajo estarán asignados á los Departamentos en la forma y número que el Gobierno determine, y los Jefes encargados del Detall de estas clases se noticiarán entre sí sus vicisitudes, de modo que en cada Departamento se lleve el historial de los que le estén asignados.

Art. 76. La direccion de todas las obras que se hagan por cuenta de los talleres del Arsenal en las máquinas, calderas y carboneras de los buques será siempre, cualquiera que sea la situacion en que estos se encuentren, de la exclusiva competencia del taller respectivo; y si á juicio del Ingeniero encargado de la obra fuese necesaria la asistencia de todo ó parte del personal de las máquinas, quedará este á las órdenes del Maestro del taller ó del Maquinista encargado de la obra.

Art. 77. En tanto que las máquinas y calderas ó parte de ellas permanezcan á bordo, el primer Maquinista conservará el cargo de ellas y atenderá con la gente que se le facilite por el Arsenal, que de ser posible se procurará sean los Fogoneros del buque, á su entretenimiento y conservacion, así como al de los demás objetos que constituyan su cargo y se encuentren depositados en los almacenes asignados al efecto.

Quando el completo de las máquinas y calderas esté en el taller para su

reparacion, el primer Maquinista atenderá á la conservacion de los efectos de su cargo que tenga en los almacenes ó depósitos, y además asistirá á los trabajos, presenciando igualmente su nuevo montaje á bordo, lo mismo que cuando se arma el buque por primera vez, á fin de enterarse con minuciosidad del estado y adelanto en las obras, y de las nuevas instalaciones ó disposiciones que se introduzcan en alguna parte del aparato. Para ello, antes de emprenderse las reparaciones, deberá hacer presente al Comandante de Ingenieros las observaciones que su celo y práctica en el manejo de las máquinas en el mar le sugiera, con objeto de corregir cualquier defecto que en circunstancias dadas hubiese notado en ellas.

CUERPO DE MARINEROS-FOGONEROS

para el servicio de los buques del Estado

Artículo 1.º Los individuos necesarios para el indicado servicio se obtendrán:

Por ingreso voluntario.

De la gente de mar de las tripulaciones y depósitos de los Arsenales.

Art. 2.º Los que ingresen voluntariamente lo verificarán como marineros-fogoneros, siempre que prueben su suficiencia y buena conducta por medio del oportuno exámen, y por los correspondientes certificados, y que resulten útiles en el reconocimiento facultativo que han de sufrir, el cual no se limitará sólo á conocer si adolecen ó no de impedimento fisico, sino que tambien á conocer igualmente si su desarrollo y robustez los hacen aptos para el rudo trabajo á que se destinan; prefiriéndose á los que hayan navegado como fogoneros en los buques de guerra y mercantes, y á los que tengan oficio de herreros, cerrajeros ú otros análogos. Estos marineros-fogoneros estarán sometidos en un todo á las Ordenanzas y al sistema interior de á bordo, y por consiguiente á la parte penal, como las demás clases de marinería.

Art. 7.º Los marineros-fogoneros tendrán por preferente obligacion cuanto se refiere á los trabajos y limpieza de las máquinas, calderas y carboneras; pero sin que esto impida que para todos los asuntos del servicio sean tratados al igual de las demás clases de marinería, sin que se les reconozca preferencia de ningun género, ni dejen de trabajar en todas las faenas, maniobras y limpieza de á bordo, ni de esquivar los botes si fuese necesario, ni de prestar el correspondiente servicio militar, siempre que no estén ocupados en cualquiera operacion de su peculiar instituto; entendiéndose que esto ha de ser cuando esté apagada la máquina; pero no podrán en modo alguno excusarlo, siempre que se les ordene.



NAVEGACION MERCANTE

DE LOS MAQUINISTAS

Art. 26. A ningun vapor español se permitirá la salida de los puertos españoles ni navegar dentro de ellos si no cuenta entre sus tripulantes los Maquinistas navales que le correspondan con arreglo al artículo siguiente.

Art. 27. En los vapores que hagan travesías de más de 150 millas, embarcarán por lo menos un primero y un segundo Maquinista naval si la fuerza de las máquinas es de 100 ó más caballos nominales, y dos segundos si la fuerza es menor.

En los que las travesías sean menores de 150 millas embarcarán por lo menos un primer Maquinista si la fuerza de las máquinas es de 100 ó más caballos nominales, y un segundo si es menor.

Los vapores de menos de 10 caballos nominales de fuerza podrán navegar sin Maquinista naval, sustituyéndolo por un Fogonero práctico, provisto de certificado de un Maquinista que exprese tener aptitud para el destino á que se le aplica.

Art. 28. El caballo nominal se considera equivalente á 300 kilográmetros.

Art. 29. Para poder ser embarcado como Maquinista naval se necesita tener nombramiento expedido por un Capitan ó Comandante general de Departamento ó Apostadero marítimo.

Podrán, sin embargo, embarcarse como Maquinistas navales los que estén habilitados en circunstancias y casos particulares detallados en este Reglamento.

Art. 30. Para ser nombrado segundo Maquinista naval se necesita reunir las condiciones siguientes:

- 1.^a Ser español y haber cumplido veintiun años.
- 2.^a Acreditar buena vida y costumbres.
- 3.^a Haber navegado en un vapor, formando parte del personal de máquinas, y haber trabajado como operario ajustador, herrero ó calderero en un taller de construccion de máquinas de vapor, siempre que el tiempo de navegacion mas el de operario sea de cuatro años, y que de ellos cuente por lo menos con uno de navegacion y uno de operario.

4.^a Probar su suficiencia en un exámen hecho con arreglo al programa.

Art. 31. Para ser nombrado primer Maquinista naval se necesita reunir las condiciones siguientes:

- 1.^a Haber navegado un año con nombramiento de segundo Maquinista á satisfaccion de los Armadores y Capitanes de los buques.
 - 2.^a Probar su suficiencia en un exámen hecho con arreglo al programa.
-

REGLAMENTO

para los Maquinistas y Fogoneros de los Caminos de hierro del Norte de España

I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1.º Los Maquinistas y Fogoneros están á las órdenes del Ingeniero Jefe del material y traccion, de los Jefes é Inspectores de traccion, de los Jefes y Sub-jefes de depósito y reserva, y de los Jefes Maquinistas.

En los casos que se indicarán más adelante, los Maquinistas y Fogoneros deberán obedecer las órdenes de los Jefes de estacion ó de sus representantes, así como las de los Jefes de tren.

Art. 2.º Los Maquinistas y Fogoneros deben ser capaces de reparar las máquinas en caso de averías.

Art. 3.º Los Maquinistas y Fogoneros á quienes se entregue un ejemplar del presente Reglamento, tendrán obligacion de dar el recibo correspondiente y de reemplazar por otro el mencionado ejemplar cuando se halle deteriorado ó se haya extraviado.

Deberán leer y hacerse explicar sus diversos artículos; por lo tanto, no pueden pretextar ignorancia de ninguna de las disposiciones que contiene.

Art. 4.º En el desempeño de su cargo, bien sea en la vía, bien en los depósitos de máquinas, deben conformarse con los reglamentos, instrucciones, consignas ú órdenes de servicio de la Compañía.

Llevarán siempre consigo un extracto del Reglamento para la ejecucion de la ley de policía, el reglamento de señales y de circulacion por la vía única, y un cuadro de marcha de trenes.

Art. 5.º Los Maquinistas están sujetos á la accion de la Autoridad en los casos de accidentes por causa de imprevision ó descuido; pero podrá la Compañía aplicarles las penas ó multas que estime del caso, además de las que dicha Autoridad acuerde imponerles.

Art. 6.º Los Maquinistas ó Fogoneros que se encuentren en estado de embriaguez, bien sea durante el desempeño de sus funciones, bien en la estacion ó sus dependencias, serán separados inmediatamente del servicio.

Art. 7.º La duracion del día de trabajo se fija con arreglo á las horas del servicio ordinario de viajeros y de mercancías; sin embargo, los Maquinistas ó Fogoneros que reciban orden de marchar fuera de dichas horas, tienen obligacion de conformarse con ella, siempre que les sea dada por uno de sus Jefes inmediatos, que son los únicos competentes en lo que se refiere al servicio suplementario que puede hacerse por dichos agentes.

La duracion del día de trabajo en el depósito, que se indicará en el cuadro correspondiente, se establecerá en vista del servicio del día y de la noche anterior, ó del día y de la noche que sigue.

Art. 8.º Los Maquinistas y Fogoneros deben encontrarse en el depósito una hora antes, por lo menos, de la marcada para la salida de los trenes que hayan de conducir, á fin de que puedan ocuparse de la preparacion y abastecimiento de las máquinas.

El que, nombrado para algun servicio, no se halle en su puesto á la hora que le haya sido fijada, será castigado severamente, y, en caso de reincidencia, podrá separársele del cargo que desempeña.

Art. 9.º Los Maquinistas son los encargados de la conservacion y conduccion de las máquinas que les están confiadas, y los únicos responsables de la marcha del tren y de la observancia de las prescripciones relativas á la misma; por consiguiente, jamás perderán de vista que á ellos solamente está encomendada la seguridad del tren que conducen.

Los Fogoneros están encargados de la maniobra del freno del ténder, de la calefaccion y limpieza de la máquina, y de la limpieza del ténder, tubos de aire caliente y paredes del hogar. Deben obedecer todas las órdenes de los Maquinistas á quienes acompañan, siempre que no sean contrarias á las prescripciones del Reglamento para la ejecucion de la ley de policia ó de los de la Compañía.

Art. 10. La custodia durante la noche de las máquinas encendidas ó en presion se confiará á un Fogonero, el cual estará encargado y cuidará de que estén en este estado las que deban entrar en servicio.

Antes de encenderlas deberá examinar el nivel del agua en la caldera, cerrar el regulador, poner el aparato de cambio de marcha en el punto muerto, apretar el freno del ténder, abrir los purgadores y asegurar el cierre de la toma de agua del aparato de contravapor.

Art. 11. Los Maquinistas deben vigilar constantemente el mecanismo de su máquina, la tension del vapor, el nivel de agua en la caldera y los aparatos de alimentacion, cerciorándose de que estos se encuentran en buen estado y de que no hay ningun entorpecimiento en la maniobra del freno.

Art. 12. No podrán, bajo ningun pretexto, para obtener mayor presion, impedir que las válvulas de seguridad funcionen con la regularidad que corresponde. Las faltas á esta prescripcion serán castigadas con la pérdida del destino. Cuando se prevea que la máquina debe estar parada más de una hora, se aflojarán dichas válvulas, si su sistema lo permite, hasta que la presion quede inferior en dos atmósferas al máximo de la indicada por el timbre de la caldera, y no volverán á apretarse sino media hora antes de la salida.

Art. 13. Durante el invierno, los Maquinistas deberán quitar las rótulas y grifos de desagüe de los tubos y aparatos de alimentacion de la máquina, á fin de evitar la congelacion del agua que permanezca depositada en los mismos, quedando responsables de las averías que ocasione la falta de cumplimiento de esta prescripcion.

Art. 14. Antes de salir del depósito para llenar su cometido, deben los Maquinistas:

1.º Reconocer minuciosamente la máquina; asegurarse de que está hecho el acopio de agua, de combustible y de aceite; de que el fuego está

bien picado y limpios los tubos de aire caliente; de que el freno del ténder se encuentra en buen estado, y de que los aparatos de alimentacion funcionan con regularidad.

2.º Cerciorarse si la máquina está provista de todas las herramientas, accesorios y aparatos de señales que exige el servicio, tanto de dia como de noche.

El engrase de las máquinas deberá hacerse cinco minutos antes de la hora marcada para la salida del depósito ó reserva.

Art. 15. Todo tren ó máquina sola que marche de noche ó en tiempo de nieblas llevará una luz blanca en la parte superior de la caja de humo de la locomotora, y otra luz roja en la traviesa delantera de la misma. Siendo máquina sola, se colocará una linterna roja en medio de la parte atrás del ténder.

Cuando un tren especial ó máquina sola haya de regresar al punto de salida despues de haber llegado á su destino, se colocará en el frente de la máquina un banderín verde, y de noche, ó en tiempo de nieblas, una luz verde al lado de la blanca que esté en la parte superior de la caja de humos.

Las señales de las máquinas deberán encenderse con la antelacion suficiente para que nunca se encuentren los trenes ó máquinas sorprendidos por la noche entre dos estaciones con dichas señales apagadas.

Deberán encenderse tan pronto como empiece á anochecer, y no apagarse hasta bien entrado el dia siguiente.

Estas mismas señales de noche deberán tambien encenderse durante el dia:

1.º Cuando por niebla ó por otra causa cualquiera se encuentre oscurecida la atmósfera.

2.º Cuando haya que atravesar túneles de más de 200 metros de longitud.

En este segundo caso deberán apagarse en la primera estacion de parada, despues de haber pasado los referidos túneles.

Al llegar á la estacion de término, los Maquinistas deberán asegurarse de que los Fogoneros entregan las lámparas á los lampistas, para que se limpien y provean de cuanto sea necesario.

Tambien cuidarán de que esté provista la máquina de los faroles y señales reglamentarias, y de que estén en su respectivo sitio y convenientemente dispuestas la lámpara de nivel de agua y la linterna de tres fuegos.

Cuando la salida del depósito se verifique de noche, deberán los Maquinistas colocar en la parte posterior del ténder el farol grande encarnado, que reemplazarán en la parte anterior de la máquina por la linterna de mano, colocándola de modo que presente hácia adelante el cristal encarnado.

Las máquinas que salgan de un depósito para hacer maniobras, deberán ir provistas de dos faroles grandes, uno blanco y otro encarnado, tanto en su parte anterior como en la posterior.

Art. 16. Cada máquina deberá estar provista de las herramientas y utensilios necesarios para su servicio. Todos estos útiles figurarán inven-

tariados en libretas que se entregarán á los respectivos Maquinistas, que serán responsables de los mismos y deberán mantenerlos en perfecto estado de conservacion.

Al llegar al depósito se deberán renovar las piezas que se hayan destruido ó extraviado en el camino.

Art. 17. Queda completamente prohibido á los Maquinistas hacer circular la máquina para alimentar la caldera con las bombas por otras vías que las destinadas al efecto.

En las estaciones donde no existan vías para verificar esta operacion, y tenga por lo tanto que hacerse valiéndose de una de las de servicio, no podrán nunca entrar en esta sin haber obtenido antes la autorizacion correspondiente del Jefe de la estacion.

Art. 18. Está prohibido terminantemente á los Maquinistas y Fogoneeros arrojar combustible y escorias en la vía ni en otros puntos que los designados al efecto.

Art. 19. Al fin de cada viaje, cada Maquinista dará conocimiento al Jefe del depósito:

1.º Del estado de la máquina y del tender, cuyas piezas debe examinar con el mayor cuidado.

2.º Del de la vía ó cualquiera otra circunstancia de que deban enterarse los demás Maquinistas.

II

SEÑALES

Art. 20. La señal blanca ó la falta de toda señal indica que la vía está espedita.

La señal verde prescribe disminucion de velocidad.

La señal encarnada ordena la parada inmediata.

La detonacion de uno ó varios petardos es tambien señal de parada (artículo 49).

Se prescribe igualmente la parada, ya sea agitando vivamente hacia arriba y abajo un objeto cualquiera, ó bien levantando los brazos todo lo posible.

Art. 21. Con el silbato de la locomotora se hacen siete señales:

1.º Un silbido prolongado indica atencion, y sirve de aviso de que la máquina ó tren se pone en marcha.

2.º Dos cortos y seguidos mandan apretar los frenos.

3.º Un silbido breve, aflojar los frenos.

4.º Muchos silbidos cortos son señal de alarma ó de un peligro inminente.

5.º Varios prolongados y repetidos indican que se pide máquina para el tren.

6.º En los empalmes ó puntos en que la línea se bifurque, el silbido de

atencion indica que la direccion que ha de seguir el tren es la de la izquierda, y tres silbidos prolongados, la de la derecha, y

7.^a En las maniobras de los trenes ó máquinas en las estaciones, el silbido prolongado de atencion indica tambien que el tren marchará hácia delante, y dos silbidos prolongados, que lo verificará hácia atrás.

Art. 22. Los Maquinistas deberán usar del silbato para dar la señal de aviso ó de atencion, en los casos siguientes:

1.^o Antes de poner la máquina en movimiento, ya sea sola, ya arrastrando tren; bien para continuar la marcha, bien para hacer simplemente alguna maniobra en las estaciones.

2.^o Al acercarse á los sitios de empalme, á las agujas (cuando estas se presentan de punta), estaciones, pasos á nivel, curvas, desmontes, túneles, y todos los puntos donde existan señales fijas ó especiales que indiquen debe hacerse uso del silbato.

3.^o Siempre que por cualquier motivo sospechen que no está la vía completamente espedita.

4.^o Cuando distingan una ó más personas sobre la vía.

5.^o Al pasar por los túneles.

6.^o Cuando haya nieblas densas, repitiendo á menudo esta señal para anunciar á cualquiera persona que pudiera encontrarse en la vía, la proximidad del tren ó máquina.

La señal de apretar frenos se hará siempre que por cualquiera causa convenga detener el tren ó disminuir su velocidad.

La de aflojarlos, cuando haya cesado aquel motivo.

La señal de peligro inminente se dará cuando se crea que este existe para el tren, cualquiera que sea la causa.

Al acercarse á los puntos donde haya locomotora de reserva, el Maquinista dará la señal de pedir máquina siempre que la necesite, bien como auxilio, bien para relevar la suya.

Al aproximarse á los puntos de empalme, si el tren marcha en direccion á la bifurcacion de la linea, deberá indicar por medio del silbato, con los toques prescritos en el párrafo 6.^o del artículo 21, si sigue por la línea de la derecha ó de la izquierda.

III

SERVICIO EN LAS ESTACIONES

Art. 23. Las máquinas se hallarán dispuestas en las estaciones y á disposicion de los Jefes de las mismas veinte minutos antes de la hora de salida de los trenes que han de remolcar.

Los Maquinistas deben poner la máquina á la cabeza del tren, con precaucion, y asegurarse por sí mismos de que esta y el tónder se encuentran bien enganchados á los vehículos.

Las máquinas que circulen aisladas ó enganchadas á un tren irán acom-

pañadas de un Maquinista y de un Fogonero. Este deberá tener la aptitud suficiente para poderla parar en caso de necesidad.

Art. 24. Los Maquinistas y Fogoneros están obligados á obedecer las órdenes de los Jefes de estacion, ó de los delegados de estos, en cuanto se refiere á la entrada, salida y permanencia de las máquinas en las estaciones y apartaderos, y á la manera y tiempo en que haya de hacerse toda clase de maniobras, siempre que aquellas órdenes no se hallen en contradiccion con las prescripciones del Reglamento para la ejecucion de la ley de policia, del de circulacion por la vía única, ó de las consignas especiales acerca del servicio de maniobras en determinadas estaciones.

Art. 25. Para todas las maniobras que se hagan en las estaciones y al colocar la máquina á la cabeza de un tren ó al regresar á su depósito, los Maquinistas deberán silbar antes de ponerse en movimiento, marchando á una velocidad que no exceda absolutamente en ningun caso de 12 kilómetros por hora; irán acompañados de un agente de la estacion, y se asegurarán, en cuanto les sea posible, de la posicion de las agujas. En caso de duda, pararán la máquina para que el Fogonero ó agente de la estacion vaya á reconocerlas. En ningun caso deberán maniobrar teniendo wagoes colocados á la vez delante y detrás de la máquina.

Art. 26. Cuando la máquina permanezca en alguna estacion, el regulador deberá estar cerrado, la palanca de cambio de marcha en el punto muerto y el freno apretado. Estas mismas precauciones deberán observarse cuando esté colocada á la cabeza de un tren parado.

Los Maquinistas son responsables de todas las maniobras que hagan; no podrán efectuar ninguna sin tener á su lado un Fogonero ó un hombre que pueda apretar y aflojar el freno, y un agente de la estacion que dirija las mencionadas maniobras.

No es permitido al Fogonero suplir al Maquinista para la conduccion de las locomotoras, á menos que habiendo reconocido en él los conocimientos necesarios, se le haya provisto del correspondiente certificado, en cuyo caso deberá conformarse con las prescripciones del párrafo anterior.

En las estaciones principales en que el tren se pára á tomar agua y combustible, el Maquinista deberá visitar y engrasar el mecanismo de la máquina, y el Fogonero picar el fuego para desembarazar la rejilla cuando se halle obstruida y desocupar la caja de humo.

Art. 27. Cuando una máquina permanezca en una estacion ó en la vía, no pueden ausentarse á la vez el Maquinista y el Fogonero, á menos que no haya un agente especialmente encargado del cuidado de las máquinas en servicio; en todo caso, deben estar de vuelta media hora antes de la marcada para la marcha, y dejar además indicado el sitio en que se les puede hallar, en caso necesario.

Una máquina encendida no puede nunca quedar abandonada. La infraccion á esta regla se castigará con la separacion del servicio.

Art. 28. Un cuadro especial determina las cargas que pueden remolcar las máquinas en cada una de las secciones de la red.

Quando su estado ó el de la atmósfera no permita remolcar la carga que

le corresponde, deberá el Maquinista indicar la causa al conductor del tren, quien lo consignará en el boletín de tracción.

No podrá nunca ni en ningún caso excederse de la carga fijada en el expresado cuadro.

Art. 29. Se prohíbe terminantemente á los Maquinistas que permitan subir en la máquina á persona alguna que no vaya provista de un permiso firmado por el Director de la Compañía.

Los funcionarios públicos que tienen derecho á subir en las máquinas y que no lleven permiso ó billete expedido al efecto por la Dirección de la Compañía, deberán darse á conocer á los Jefes de estación ó á los de tren, los que remitirán al Maquinista el aviso escrito correspondiente.

El número de personas que pueden ir en una máquina no deberá nunca exceder de cinco, comprendiendo entre ellas al Maquinista y Fogonero.

Art. 30. Los Maquinistas tienen que fijar su atención en los cruces ó alcances que ha de verificar el tren que conducen.

Cada vez que se cambie un cruzamiento, el Maquinista no dejará la estación en que este debía verificarse hasta que se le entregue un boletín de cambio de cruzamiento que le dará el Jefe de la referida estación, fechado y firmado.

En caso de que se suprima el otro tren con el que debiera efectuarse el cruzamiento, el Jefe de estación entregará al Maquinista un boletín de «no há lugar», fechado y firmado.

El Maquinista encargado de la conducción de un tren especial que no esté regularmente anunciado, y que por lo tanto circule pidiendo vía libre, no deberá salir de ninguna estación hasta tanto que el Jefe de la misma le haya entregado el boletín de cruzamiento prescrito por el art. 50 del Reglamento general para circulación de los trenes por la vía única.

Art. 31. Queda expresamente prohibido á los Maquinistas tocar el silbato en las estaciones pidiendo la señal de marcha de los trenes ó máquinas.

Art. 32. Siempre que sea posible, saldrán los trenes de las estaciones á la hora marcada por el cuadro de marcha, y en ningún caso deberá sacárseles antes de dicha hora.

Después que el Jefe del tren haya avisado, por medio de dos sonidos breves de trompa, que se ha concluido el servicio de entrega de bultos y documentos, el Jefe de estación dará la orden de marche al tren por medio de un silbido algo prolongado al empleado que, de uniforme, haya enviado al pie de la máquina, el cual la transmitirá al Maquinista por medio de dos toques de campana dados en el mismo sitio.

Está prohibido á los Maquinistas poner el tren en marcha antes de haberse dado la última señal.

Art. 33. A la señal de marcha, y antes de abrir el regulador, tocará el Maquinista con el silbato y pondrá luego la máquina en movimiento, abriendo el regulador paulatinamente y de modo que no experimente el tren ninguna sacudida.

IV

CIRCULACION DE LOS TRENES Y MÁQUINAS

Art. 34. Las máquinas deberán marchar siempre á la cabeza de los trenes.

Unicamente podrá admitirse excepcion á esta regla en los casos de socorro, al efectuar maniobras dentro ó fuera de las estaciones y para los trenes de trabajos.

Art. 35. Las máquinas se engancharán á los trenes poniendo hácia adelante la chimenea, y tanto marchando á la cabeza como circulando aisladas, no podrán llevar el ténder hácia adelante sino en los casos siguientes:

Al ir á socorrer un tren detenido en su marcha.

Al hacer maniobras en las estaciones.

En los trenes de balasto y transporte de materiales para el servicio de la vía.

Al ir á remolcar un tren, en simple ó en doble traccion, desde una estacion donde no haya placa para volver las máquinas (1).

Al regresar las máquinas de rampa.

Al volver ó salir de los talleres para las pruebas ó ensayos.

Art. 36. Las máquinas que vayan con el ténder hácia adelante, ya sean solas ó remolcando un tren, no podrán marchar nunca á una velocidad que exceda de 30 kilómetros por hora.

En este caso deberá encontrarse el ténder despejado en términos que no impida al Maquinista ejercer la debida vigilancia sobre la vía.

Art. 37. Siempre que un tren marche remolcado por una máquina que tenga que llevar su ténder hácia adelante, deberá parársele en la primera estacion donde haya placa giratoria y colocar el ténder en su posicion normal, ó sea detrás de la máquina.

Art. 38. Los trenes, tanto de viajeros como de mercancías, podrán ser remolcados por dos máquinas, siempre que sea necesario apelar á este medio de doble traccion para subir las fuertes rampas, ó porque así lo exija una afluencia imprevista de viajeros, encargos ó mercancías, una disminucion de la adherencia de las ruedas de la máquina por el estado especial de la atmósfera ó un accidente cualquiera.

(1) Por Real órden de 7 de Julio de 1881 se dispone:

1.º Que las locomotoras solas ó con wagones pueden marchar con el ténder delante en los casos en que, por no existir en las estaciones placas giratorias, sea esta posicion inevitable, tales como maniobras, regreso á su destino despues de haber servido para doble traccion, arrastre de trenes de trabajos, socorro de trenes ú otros análogos; debiendo interpretar en este sentido las palabras *accidentes inevitables* consignadas en el art. 79 del Reglamento de 8 de Setiembre de 1878.

2.º Que la velocidad en este caso no excederá de 30 kilómetros por hora, y que deberán adoptarse además las mayores precauciones, con arreglo á lo dispuesto en el repetido artículo 79.

Cuando una máquina haya de volver á su depósito despues de haber remolcado un tren ó de haberle servido de refuerzo ó de socorro, podrá añadirse á un tren de viajeros ó de mercancías, aun cuando éstos no lleven más carga que la correspondiente á su máquina titular. En este caso la segunda máquina no funcionará como remolcadora, é irá solamente acoplada á dicho tren.

Cuando un tren de mercancías sea remolcado por una máquina de ocho ruedas, no podrá nunca aumentarse la carga reglamentaria, aun cuando vaya en el mismo una segunda máquina.

Queda absolutamente prohibido enganchar á un tren, cualquiera que sea su clase, más de dos máquinas encendidas.

Art. 39. Cuando marchen dos máquinas enganchadas á la cabeza de un tren, ó cuando además de la de cabeza vaya otra empujando á la cola, deberá regir la marcha el Maquinista que vaya adelante, correspondiendo tambien á este dar el silbido de salida, ser el primero en abrir el regulador y el último en cerrarle.

La segunda máquina de las dos que vayan á la cabeza, ó la que se encuentre á la cola del tren, deberá funcionar únicamente como máquina suplementaria.

Un silbido prolongado de la primera máquina indicará al Maquinista de la otra que debe abrir el regulador, y un silbido seco, que debe cerrarle.

Cuando un tren marche empujado por una máquina, no podrá llevar nunca una velocidad que exceda de 25 kilómetros por hora.

Art. 40. El Maquinista y Fogonero deben, durante la marcha, permanecer en pié, el primero en la plataforma de la máquina, á la proximidad del agarradero del regulador y del aparato de cambio de marcha, y el segundo en el tónder, cerca de la manivela del freno, debiendo ambos abstenerse de toda conversacion con las personas que vayan en la máquina.

Deben examinar constantemente el estado de la vía, y atender cuidadosamente á las señales que puedan hacerles los agentes de las estaciones, de la vía ó del tren.

Art. 41. El Maquinista debe asegurarse frecuentemente, y en particular al romper la marcha, del estado del tren que conduce, y ver si está completo. Es de absoluta necesidad que cuide y se cerciore desde el momento del arranque ó salida, y hasta perder de vista el disco, mirando atrás, que no le hacen desde la estacion ó desde el tren ninguna señal de parada.

Art. 42. La velocidad de las máquinas debe ser regular y sensiblemente uniforme.

El Maquinista deberá llegar á las estaciones en el tiempo que se le tenga prescrito; se prohíbe terminantemente exagerar la velocidad con objeto de ganar el tiempo perdido. En ningun caso podrá aumentar las velocidades excediendo de las marcadas en la orden de servicio inserta al final del presente Reglamento, así como tampoco deberá, bajo pretexto alguno, ganar tiempo á la bajada de las fuertes pendientes.

Los Maquinistas graduarán la marcha de los trenes para no entrar en

las estaciones con una anticipacion de más de tres minutos sobre la hora reglamentaria si son de viajeros, y de cinco minutos si son de mercancías.

Las contravenciones al presente artículo se castigarán severamente.

Art. 43. El Maquinista que conduce una máquina aislada ó un tren especial sin marcha determinada, no debe nunca exceder la velocidad ordinaria de los trenes remolcados por máquinas de la misma série, á menos que órdenes especiales escritas le prevengan lo contrario.

Cuando va á socorrer algun tren debe marchar con la mayor precaucion, y estar siempre en disposicion de poderse parar en la parte de vía que le parezca libre, despues de haber pasado una de las dos estaciones entre las cuales se encuentra el tren detenido.

Art. 44. Al entrar en las curvas, en los túneles y en las inmediaciones de los pasos á nivel, el Maquinista debe tocar el silbato de vapor para anunciar la llegada del tren ó máquina.

Debe redoblar su atencion cuando el tiempo está nublado, y hacer constantemente uso del silbato para señalar su presencia en la vía.

Art. 45. Cada vez que un Maquinista distinga delante un tren en marcha, y no esté la vía interceptada por señales, debe mantenerse á una distancia de 2 kilómetros de aquel, á lo menos, y acortar la velocidad cuando le pierda de vista en las curvas.

Si dicho tren retrasado marcha muy despacio ó está completamente parado, el Maquinista del segundo no debe acercarse á él sin una orden del Jefe del tren, y, aun asi, con la mayor precaucion.

Art. 46. Los Maquinistas y los Fogoneros no sólo deben obedecer rigurosamente las indicaciones de las señales, sino que tambien, cuando estas sean de vía libre, procurarán asegurarse de que no ha habido descuido por parte de los agentes que las han hecho, y de que la vía está efectivamente espedita.

Art. 47. Los Maquinistas y Fogoneros deben tener un completo conocimiento de las instrucciones y reglamentos relativos á las señales de dia y de noche, y sujetarse escrupulosamente á lo dispuesto respecto á las que tienen que hacer y á las que sean trasmitidas.

En todos los casos y circunstancias la señal encarnada ó un objeto cualquiera agitado violentamente delante de una máquina desde la vía prescribe la parada inmediata.

Art. 48. Tan pronto como oiga ó vea el Maquinista algunal señal que ordene la parada, cerrará el regulador y pedirá frenos. Unicamente deberá parar de un modo brusco, y por todos los medios que estén á su alcance, cuando descubra un peligro inminente, note un principio de incendio en el tren, ó se aperciba de que los agentes de este aprietan y aflojan los frenos, sin que él haya hecho ninguna señal para ello.

Art. 49. Al percibir la explosion de un petardo deberá el Maquinista, por cuantos medios estén á su alcance, hacerse completa é inmediatamente dueño de la velocidad del tren.

Cuando haya moderado esta hasta dejarla reducida á la de paso de hombre, avanzará con la mayor prudencia, y siempre en condiciones de

poder parar el tren en la parte de vía que á su vista aparezca espedita.

Si despues de haber recorrido así 1.500 metros no descubriese obstáculo alguno, podrá volver á adquirir la velocidad normal; pero redoblando su atencion para observar hácia adelante, con el mayor cuidado, la vía y las señales que pudieran hacérsele.

Art. 50. Durante el trayecto debe el Maquinista conformarse con las órdenes dadas por el Jefe del tren. Si tuviese que parar á consecuencia de una señal ó por causa de accidente, no puede volver á ponerse en marcha sin que el referido Jefe le dé la órden de marche el tren por medio de un sonido prolongado de trompa; tambien ejecutará todas las maniobras que este prescriba, para apartar el tren, ir á buscar socorro, tómar agua en la estacion más próxima, enganchar ó dejar wagones, etc., etc., siempre que dichas prescripciones no sean contrarias á los Reglamentos de policia ó á los de la Compañía.

Finalmente, el Maquinista se conformará en todos conceptos con las órdenes del Jefe del tren, tomando, sin embargo, las precauciones necesarias para la conservacion de la máquina.

Art. 51. En caso de hundimiento, obstruccion ó desperfecto cualquiera de la vía que pudiera perjudicar el paso de los trenes, el Maquinista parará en la primera estacion ó apartadero que encuentre, aun cuando no tenga parada prevista en ellos, para indicar al Jefe el punto en que se encuentra el obstáculo.

Cuando en dicha primera estacion tenga que efectuarse algun cruzamiento, deberá el Maquinista llamar la atencion haciendo la señal de alarma, antes de llegar á la primera aguja de entrada, para que el Jefe de la estacion no dé la salida al tren ó máquina de cruzamiento sin antes haberse enterado de lo que ocurre en la línea.

Si el Maquinista supiese ó notase que se halla en mal estado la línea que ha de recorrer, deberá moderar la velocidad y avanzar con la mayor atencion, teniendo siempre la mano sobre la palanca del regulador, para poderlo cerrar instantáneamente.

Tanto en el boletin de traccion como en la hoja del tren se hará constar el motivo de la parada ó de la disminucion de velocidad.

Art. 52. Si durante la marcha de un tren ó de una máquina aislada ocurriese algun accidente al Maquinista ó al Fogonero, el otro debe cerrar el regulador y apretar los frenos, y, una vez parado, tomará las órdenes del Jefe de tren ó del agente del Movimiento que acompañe el tren ó la máquina.

Art. 53. A la proximidad de las estaciones debe el Maquinista acortar la velocidad ó indicar su llegada por medio de silbidos fuertes y prolongados, á fin de que se despeje la vía. Esta precaucion se prescribe especialmente cuando un tren está en la vía segunda para tomar viajeros. Debe el Maquinista pararse enteramente si nota algun obstáculo en la vía.

Art. 54. Tan pronto como vea un disco cerrado, el Maquinista marchará con la mayor prudencia, disminuyendo la velocidad para dejarla reducida á la de un hombre al paso cuando llegue delante del disco, el cual

rebasará, parando por completo tan luego como lo haya verificado el último vehículo, no volviendo á emprender la marcha hasta que se le haga la señal de avance por el Jefe de la estacion ó un delegado del mismo.

Esta prescripcion debe observarse, no sólo para la entrada en las estaciones, sino tambien en los puntos de empalme, y en general, en todos aquellos que se encuentren cubiertos por medio de discos.

Cuando despues de estos el Maquinista encuentre una nueva señal de alto, fija ó móvil, no pasará más adelante. En este caso parará la cabeza de su tren á la altura de la señal, y esperará para continuar su marcha á que la señal sea sustituida por otra, ó á recibir órdenes del agente que dirige las maniobras.

Art. 55. A 500 metros á lo menos de la entrada en las estaciones, y antes de llegar á los puntos en que haya un empalme sobre la linea principal, el Maquinista debe cerrar el regulador de la máquina y acortar la marcha, con el objeto de que el tren pase despacio por las agujas, y pueda, en caso necesario, pararle antes de llegar á ellas.

A la entrada en las estaciones la lentitud debe ser tal que el Maquinista tenga siempre precision de volver á abrir el regulador para llegar al limite indicado en el anden de llegada.

La velocidad de los trenes al pasar por las agujas de las estaciones donde no haya parada indicada en el cuadro de marcha, no deberá nunca exceder de 20 kilómetros por hora, ya se tome la aguja de punta, ya de talon.

Art. 56. Al llegar á las estaciones debe el Maquinista acortar la velocidad con suficiente anticipacion para no rebasarlas.

Art. 57. Cuando un Maquinista llega á una estacion, debe dejar al vapor la tension suficiente para poder parar con prontitud ó para ponerse en marcha inmediatamente si fuese necesario.

V

PARADAS EN LA VÍA.—MÁQUINAS DE SOCORRO.—ROTURAS DE ENGANCHES.—DESCARRILAMIENTOS

Art. 58. Siempre que un maquinista se vea obligado á dejar el tren ó parte de él en la vía por un motivo cualquiera, no deberá abandonarle hasta haber recibido las órdenes del Jefe del mismo, y asegurar el regreso de la máquina del tren ú otra de reserva.

Art. 59. Si el estado de la máquina exige pararla ó marchar muy lentamente durante cierto tiempo, debe el Maquinista dar conocimiento al Jefe de tren para que mande un guarda-freno con objeto de cerciorarse que los guardas de la vía dan la señal de alto á la distancia reglamentaria, y para darla él mismo en caso de necesidad. Si marcha la máquina aislada, el agente del servicio del movimiento que vaya en ella será el encargado de vigilar que se hace ó de hacer por sí mismo la señal referida.

Las señales de alto se harán á 800 metros para detener cualquier tren ó

máquina que pudiera llegar, y á 1.200 metros en las pendientes de más de 8 milímetros y en las curvas que tengan radio tan corto que impidan la vista de la señal á la distancia de 400 metros.

En días de niebla ó de nieve deberán hacerse las señales á 400 metros más de distancia que en tiempo ordinario. Cuando sea necesario en el tren la presencia de los agentes que se envíen á protegerlo con las señales, y no encuentren estos ningun agente de la vía á quien encargar de hacerlas, deberán colocar tres petardos sobre los rails, uno á la derecha y dos á la izquierda, separándolos de manera que cada uno se halle frente á un poste del telégrafo, ó en su defecto, á una distancia de 50 á 70 metros uno de otro, y que el más próximo al punto del peligro diste del mismo 800 metros por lo menos.

En ningun caso podrán volver al tren sin antes dejar bien aseguradas las señales que deban protegerlo.

Art. 60. Una vez pedido auxilio en vía única, y aun cuando la máquina inutilizada se halle en estado de proseguir su marcha, no podrá el tren ponerse en movimiento hasta que no llegue la de auxilio, á menos que el Jefe del tren, despues de recibir de la estacion inmediata autorizacion escrita y sellada para poder continuar hasta ella, escriba y firme igual autorizacion y la entregue al Maquinista para que continúe hasta la referida estacion inmediata.

En este caso, y llegado que haya á dicha estacion, se pondrá de acuerdo con el Jefe de la misma para hacer detener la máquina de socorro, si ya no fuera necesaria.

Art. 61. El Maquinista no podrá, bajo ningun pretexto, retroceder el tren en contramarcha sin estar autorizado para ello por medio de una órden escrita del Jefe del tren, y sin haberse asegurado antes de que se han tomado todas las medidas prescritas para este caso en el Reglamento de circulacion por la vía única.

Art. 62. Cuando una máquina de socorro marche hácia un sitio donde tenga lugar un tren de trabajos, arreglará su marcha de tal modo que no pase por el referido punto con una antelacion de más de quince minutos sobre el itinerario reglamentario del tren que se socorre.

Art. 63. Si la máquina tiene que remolcar al tren, empujándole, marchará á una velocidad que no exceda de 25 kilómetros por hora, colocándola despues á la cabeza del mismo tan pronto como le sea posible.

Mientras se verifique la marcha en dicha forma, el Jefe del tren ó un guarda-freno designado al efecto deberá ir en el estribo del furgon ó del vehículo de adelante en el sentido de la marcha, para trasmitir al Maquinista las señales necesarias y avisar á los agentes de la vía por medio de una trompa.

Art. 64. Si algun enganche llegase á romperse y quedase el tren cortado, no debe el Maquinista parar bruscamente, sino conservar un intervalo de 200 metros al menos entre las dos partes del tren, hasta que la desenganchada haya perdido su velocidad; en cuyo caso, y prévia la autorizacion del Jefe del tren, se acercará con precaucion, y sólo se pon-

drá en marcha despues de haber oido la señal correspondiente. (Art. 50.)

Si el corte se produce de noche y el Maquinista no se apercibe, desde luego deberá continuar hasta la estacion inmediata, donde tomará las órdenes del Jefe de la misma, despues de haberle indicado el número de vehículos que faltan al tren.

Art. 65. En caso de parada en la vía por descarrilamiento ó avería en la máquina ó vehículos, deberá el Maquinista examinar y formar juicio exacto del estado y situacion del tren para indicar al Jefe del mismo el tiempo que aproximadamente se habrá de emplear para ponerse en condiciones de continuar la marcha, y si para ello procede ó no pedir máquina ó wagon de socorro y personal que ayude á efectuar las operaciones necesarias al objeto, y cuya direccion corresponde exclusivamente al Maquinista.

VI

SERVICIO DE LAS MÁQUINAS DE RESERVA

Art. 66. Las máquinas de reserva no deben nunca permanecer en las vías de servicio, sino únicamente en una de apartadero. Estarán siempre suficientemente provistas de combustible, agua, aceite, sebo y grasa, y con todos los utensilios prescritos para las máquinas en marcha.

En ningun caso debe el Maquinista abandonar la máquina sin dejarla al cuidado del Fogonero; uno de los dos debe quedarse siempre para vigilarla, y el otro estará próximo y en un sitio indicado, dispuesto á marchar á la primera orden. Siempre que quede la máquina en el depósito deberá tener su regulador cerrado, la palanca de cambio de marcha en el punto muerto, el freno apretado y las válvulas de seguridad flojas, en términos que la presión quede inferior en dos atmósferas á la indicada por el timbre de la caldera. Cuando salga á la línea, el Maquinista tendrá cuidado de marchar con mucha precaucion, y de no exceder nunca la velocidad de 32 kilómetros por hora, á menos de casos de urgencia ó de órdenes especiales escritas.

ORDEN DE SERVICIO

Velocidades máximas que pueden llevar los trenes

Los límites respectivos de velocidad con que los trenes de la Compañía del Norte pueden recorrer sus líneas, con arreglo á las pendientes de estas, son los que se expresan á continuacion:

Trenes de mercancías con locomotoras de 3 á 4 ejes acopladas y 40 á 60 wagones de mercancías, número máximo de vehículos que pueden llevar estos trenes, 30 kilómetros por hora en pendientes máximas de 0,010 metros, siendo los mismos en las de 0,015 y mayores de estas.

Trenes mixtos con locomotoras de 2 á 3 ejes acoplados y 24 wagones y carruajes de todas clases, número máximo de vehículos que pueden llevar estos trenes, 50 kilómetros por hora en pendientes máximas de 0,010 metros, 40 en las de 0,015 y 35 en las superiores á estas.

Trenes directos con locomotoras de 2 ejes acoplados y 15 furgones y carruajes de viajeros, número máximo de vehículos que pueden llevar estos trenes, 60 kilómetros por hora en pendientes máximas de 0,010 metros, 50 en las de 0,015 y 40 en las superiores á estas.

Trenes express con locomotoras de 2 ejes acoplados y 10 furgones y coches de 1.^a ó 2.^a clase, número máximo de vehículos que pueden llevar estos trenes, 65 kilómetros por hora en pendientes máximas de 0,010 metros, 55 en las de 0,015 y 45 en las superiores á estas.

Disposiciones que deben tomarse en casos de accidentes en marcha

ARTÍCULO 1.^o—ROTURA DE UN TUBO

Este accidente produce un descenso muy rápido en el nivel del agua de la caldera, y se manifiesta desde luego en el hogar y en la caja de humos por un desprendimiento de agua y de vapor, cuya intensidad variable determina la eleccion de los medios que deben emplearse.

Cuando el chorro de vapor es bastante débil para que se pueda ver en qué tubo tiene origen, el Maquinista debe, antes de todo, regularizar la alimentacion de manera que consiga elevar el nivel del agua en la caldera á pesar de la pérdida que se produce; en seguida debe procurar colocar, en marcha, un tapon por la parte del hogar, tratando así de llegar á la primera estacion, en la cual deberá pararse y tapar convenientemente las dos extremidades del tubo roto. Si viese, por el contrario, que á causa de la pérdida de agua y de presion no le fuese posible llegar á una estacion, ó que sólo podria llegar á ella gastando demasiada agua de su ténder, deberá parar la máquina cuando haya conseguido que el nivel del agua en la caldera se encuentre suficientemente elevado para poder proceder al taponado.

Si el chorro de vapor es bastante fuerte para impedir reconocer el punto de donde sale, el Maquinista deberá hacer funcionar los dos aparatos de alimentacion de que dispone, á fin de conseguir con la mayor prontitud una baja notable en la presion y una elevacion rápida tambien en el nivel del agua de la caldera; en seguida, abriendo el soplador y cerrando al mismo tiempo cuanto pueda el escape variable, tratará de producir un fuerte tiro ó llamamiento enérgico del vapor hácia la caja de humos; tiro cuya potencia aumentará aun en caso necesario por medio del freno del ténder y del aparato de cambio de marcha, colocándolo en el extremo ó fondo de su carrera en el sentido de la marcha. Estos medios, empleados sin vacilacion, permitirán con frecuencia al Maquinista reconocer y tapar el tubo averiado.

Cuando la intensidad del escape del vapor es tal que el empleo de los medios antes indicados no basta para dejar reconocer el tubo roto, el Maquinista debe, como en los casos anteriores, poner en actividad los dos aparatos de alimentacion y tapar luego la chimenea si esta tiene capuchon, ó cerrar completamente las puertas del cenicero, y si esto no basta aun para extinguir el fuego, tirar este despues de haber parado, sin olvidarse al llegar á este extremo de tomar todas las precauciones necesarias para evitar un incendio en el tren. Además, inmediatamente deberá pedir el socorro y hacerse remolcar hasta la primera toma de agua para poner de nuevo su máquina en estado de continuar el servicio.

Estando la máquina apagada y fria, el Maquinista deberá examinar el estado del hogar, fijando muy especialmente su atencion en el estado del cielo y tapones fusibles, teniendo presente la circunstancia de que, el presentarse el cobre del hogar á descubierto y limpio de la cascarilla de que suele estar cargado, no es siempre un indicio de que haya sufrido un calenton ó golpe de fuego, puesto que este efecto puede ser producido por el chorro de agua y de vapor que, saliendo del tubo roto, venga á chocar con fuerza contra las paredes del hogar. Si el hogar no ha sufrido, será preciso colocar los tapones, volver á llenar la caldera y encender nuevamente el fuego.

En general, la rotura de un tubo no da lugar á averías del hogar cuando el nivel del agua en marcha se lleva suficientemente elevado y se han tomado á tiempo y con decision las precauciones antes indicadas, así como no dejarán de producirse por el contrario dichas averías si la rotura de un tubo proviene de falta de agua en la caldera y la alimentacion de esta despues de la avería no se ha ejecutado de una manera suficientemente rápida y completa. Por lo tanto, en la mayoría de los casos en que resulte quemado un hogar, deberá atribuirse á negligencia ó falta de cuidado del Maquinista, cuya responsabilidad quedará gravemente comprometida.

Las medidas prescritas para el caso en que la intensidad del escape sea tal que no permita reconocer el tubo roto, son aplicables generalmente á los casos de rotura de una válvula de seguridad, los de imposibilidad de cerrar un robinete de los destinados á vaciar la caldera, los de fuertes escapes en esta, y en general á los de todas aquellas averías que producen como consecuencia la falta de agua en la caldera.

ARTÍCULO 2.º—ROTURA DEL ÁRBOL DEL REGULADOR

Si el regulador queda abierto, el Maquinista deberá continuar manio-brando con el aparato de cambio de marcha, y para facilitar esta maniobra, llevar la presion del vapor al mínimo posible para el remolque del tren. Si, por el contrario, el regulador queda cerrado, es preciso inmediatamente pedir el socorro.

ARTÍCULO 3.º—INUTILIZACION ACCIDENTAL DE UN INYECTOR

Diversas son las causas que pueden impedir el funcionamiento de un inyector, cualquiera que sea el sistema de este, tales como el exceso de temperatura del agua del ténder, el calentamiento del aparato, la introduccion de un cuerpo sólido en los conos ó en las válvulas de rechazo, la rotura de una pieza interior, etc., etc.

Cuando un inyector no produce, es decir, no alimenta, el Maquinista, desde luego, debe asegurarse de si la válvula ó robinete de retencion del ténder funciona bien, y de que no hay escape en los tubos ni en las rótulas que unen el ténder con el aparato inyector, y proceder en seguida á enfriar este, si es que está demasiado caliente, rociándole con agua y envolviéndole con algodones que conservará embebidos de agua. Este calentamiento del inyector se produce de ordinario cuando, contrariamente á lo que debe hacerse, el robinete de toma de vapor ha permanecido abierto mientras el aparato se ha dejado sin funcionar, ó bien cuando la válvula de retencion de la introduccion pierde por una causa cualquiera. El Maquinista debe tener cuidado en este caso de enfriar el agua de alimentacion, rellenando el ténder en la primera aguada.

En fin, si todo esto no fuese suficiente, y cuando el sistema del inyector lo permita, el Maquinista deberá tratar de limpiar este, sea por medio de un alambre torcido, sea desmontando la tapa de la capilla ó cámara de retencion, y procurando hacer funcionar el aparato al aire libre para que la corriente violenta que se produzca arrastre las materias extrañas que puedan haberse introducido en el interior.

ARTÍCULO 4.º—ROTURA DE UNA PIEZA DEL MECANISMO

§ I.—Una pieza rota en el mecanismo obliga generalmente á la parada inmediata de la máquina, al desmonte de las piezas móviles del lado averiado y á la marcha con un solo cilindro.

Ninguna vacilacion puede caber al Maquinista cuando la rotura es visible, como sucede para las bielas motrices, las bridas y chavetas de estas bielas, las espigas ó vástagos de émbolos y de distribuidor, el árbol de cambio de marcha, los collares y barras de los excéntricos, etc. En este caso, y del lado averiado, es indispensable desmontar la biela motriz, y los collares y barras de los excéntricos, haciendo independiente tanto la corredera ó válvula de distribucion como el émbolo, empujando ambas piezas al extremo de su carrera en el mismo sentido; calzar la espiga del émbolo en las resbaladeras; acuñar la de la válvula de distribucion en el prensaestopas, apretando este de un solo lado; sujetar bien todas las piezas móviles que han quedado libres, y asegurarse completamente de que no pueden ser averiadas con el movimiento. En seguida es preciso continuar la marcha con un solo cilindro.

Si en estas condiciones la máquina no tuviese suficiente potencia para remolcar todo su tren, será preciso dejar una parte de él sobre la vía, protegiéndolo con las señales reglamentarias, y parar en la primera estación para dar aviso de ello al Jefe de la misma.

§ II.—*Rotura de una biela de acoplamiento.*—En este caso no hay necesidad de inutilizar todo un lado de la máquina.

Cuando una rotura de esta clase se produce en una máquina mixta, basta desmontar la biela averiada y su correspondiente del otro lado, y continuar con la máquina, que queda de este modo convertida en máquina de ruedas independientes.

En una máquina de 6 ó de 8 ruedas acopladas, si es una biela de acoplamiento rígida la que se ha roto (las del centro en una máquina de 8 ruedas), es preciso desmontarlas todas y continuar así como con una máquina de ruedas independientes. Por el contrario, si es una biela de acoplamiento articulada, basta sólo con desmontar la correspondiente del otro lado y trasformar así una máquina de 8 ruedas acopladas en máquina de 6 ruedas acopladas, y una de este último tipo en máquina mixta.

§ III.—*Rotura de una válvula de distribución.*—En el caso de romperse una corredera ó válvula de distribución, de romperse su cuadro ó su vástago, ó en fin, en el caso de desengancharse la chaveta, el movimiento de lanzadera y la irregularidad del escape de vapor que se produce inmediatamente advierten al Maquinista que hay un desarreglo en la distribución; pero como la pieza rota no es visible, este no debe principiar á desmontar pieza alguna sino despues de haberse perfectamente asegurado de cuál es la que está averiada y del lado en que se encuentra.

Cuando hay rotura del cuadro ó del vástago de la válvula en el interior de la caja de vapor, la corredera es empujada hácia adelante y permanece así, y por consiguiente el purgador de atrás, del cilindro correspondiente, es el que únicamente da salida al vapor, pero de una manera constante.

En este caso el Maquinista debe inutilizar todo el lado averiado de la máquina, como se ha dicho ya en el párrafo primero, calzando ó sujetando el émbolo en el fondo de su carrera hácia adelante, ó sea del lado mismo en que se ha parado la válvula, y fijando esta última en la misma posición, es decir, hácia adelante por medio de su vástago, que se obliga á poner en contacto con ella, y se sujeta ó acuña por medio del prensa-estopas.

Cuando se desengancha la chaveta, la válvula es, por el contrario, llevada hácia atrás, donde queda, y es en este caso el purgador de adelante del cilindro correspondiente el que da vapor única, pero constantemente. El Maquinista en este caso debe obrar como en el precedente, pero colocando, tanto el émbolo como la corredera, al extremo de sus carreras respectivas, hácia la parte de atrás, en vez de colocarlas hácia la de adelante.

Puede tambien producirse la rotura de un reborde de la válvula ó de la tabla de resbalamiento, ó en fin, la de la corredera por el medio longitudinalmente, ó en el hueco en que va alojado el vástago. En todos estos casos se oye en la chimenea un silbido constante de intensidad variable, según la importancia de la salida ó escape de vapor, y los dos purgadores

del cilindro correspondiente dejan al mismo tiempo salida al vapor, pero el lado de la admision en mayor proporcion que el otro.

Cuando la pérdida de vapor no es muy considerable, el Maquinista puede generalmente continuar con su tren sin desmontar nada; pero en el caso contrario deberá inutilizar todo el lado averiado, como se ha manifestado en el párrafo primero, y fijar la corredera en la posicion más favorable, sea en el extremo de carrera, en un sentido ó en otro sea en el punto muerto, segun la posicion de la rotura. Sin embargo, si la rotura fuese tal que en ninguna posicion la corredera pudiese cerrar el orificio de escape, el Maquinista pedirá inmediatamente el socorro y preparará su máquina para que pueda ser remolcada.

§ IV.—*Rotura de un émbolo.*—Cuando la rotura de un vástago de un émbolo se produce en el interior del cilindro, se dejan sentir golpes violentos, y es muy raro que como consecuencia no se produzca la rotura de la tapa de adelante del cilindro.

El Maquinista en este caso tambien debe inutilizar todo el lado averiado de la máquina, procediendo como se ha indicado en el párrafo primero, pero fijando la corredera en el punto muerto en vez de colocarla al fondo de su carrera, y continuar así con un solo cilindro. Deberá durante toda la marcha tener cuidado de dejar abiertos los purgadores del cilindro inutilizado.

ARTÍCULO 5.º—ROTURA DE UN MUELLE

Si es un muelle de máquina ó de ténder de 6 ruedas, el Maquinista debe moderar mucho la velocidad despues de haber calzado la caja de grasa. Si es un muelle de ténder de 4 ruedas, en vez de calzar la caja de grasa, es mejor quitar el muelle correspondiente del otro lado.

ARTÍCULO 6.º—ROTURA DE UN EJE, AFLOJAMIENTO DE UNA RUEDA Ó DE UNA LLANTA

En este caso el Maquinista debe desde luego, mientras espera el socorro, extinguir el fuego; en seguida, obrando como se deja dicho en el artículo 4.º, párrafo primero, procederá á desmontar la parte del mecanismo necesaria para hacer independiente el eje averiado y para que la máquina pueda ser remolcada hasta el depósito más inmediato, ó si esto no fuese posible, hasta la primera estacion. Deberá en seguida calzar por arriba las cajas de grasa de los ejes no averiados, aflojar los muelles del que lo está, y por medio de gatos levantarle con sus ruedas y sus cajas de grasa. Estas últimas se dejarán bien calzadas por debajo con el fin de suspender las ruedas encima de los carriles á una altura suficiente para que no giren en marcha.

Toda esta operacion ofrece pocas dificultades tratándose de un eje de en medio; pero si es un eje de adelante ó de atrás sobre el cual carga una par-

te bastante considerable del peso de la máquina, no deberá ya limitarse á levantarla. En este caso los medios á que hay que recurrir varían segun la construccion de la máquina y la carga sobre el eje. Así, algunas veces se coloca sobre la extremidad opuesta de la plataforma un cierto número de objetos pesados; otras se hace soportar la traviesa sobre la prolongacion de los largueros de un wagon cargado, ó sobre una pequeña wagoneta de servicio ó plataforma, una wagoneta de la vía, ó, en fin, se reemplaza el eje por otro del mismo sistema.

Las mismas precauciones deberán tomarse cuando una rueda se ha desacuñado sobre el eje, ó cuando una llanta ha caido ó se encuentra floja.

ARTÍCULO 7.º—DESCARRILAMIENTO

§ I.—*Descarrilamiento de una máquina ó de un ténder.*—A la primera sacudida producida por el descarrilamiento, el Maquinista y el Fogonero deben instantáneamente, el uno cerrar el regulador, silbar vivamente pidiendo frenos, cambiar la marcha dando contra-vapor, y el otro apretar el freno del ténder. Estos movimientos deben ejecutarse instintivamente, y sin tratar de darse cuenta del accidente.

Parada la Máquina, el maquinista visita desde luego el hogar, y si el fuego se ha conservado en el mismo, se decidirá, segun el tiempo que juzgue necesario para ejecutar el encarrilamiento, y segun el estado de los aparatos de alimentacion, sea á tirar el fuego, sea á cubrirlo con arena. En seguida se asegurará con el Jefe de tren si las señales reglamentarias de proteccion están hechas, y se entenderá con este sobre el socorro que haya de pedirse.

Si la máquina marchase aislada, el Maquinista tomará por sí mismo todas las medidas de seguridad prescritas. En seguida se ocupará del encarrilamiento de la máquina.

En caso de estar heridos el Maquinista ó el Jefe del tren, el Fogonero y los Guarda-frenos deberán asegurar las disposiciones antes indicadas.

Antes de dar principio á los trabajos para el encarrilamiento, el Maquinista debe examinar con calma la posicion de la máquina y del ténder, y fijar bien en su mente la marcha que se propone seguir en este trabajo, debiéndose penetrar bien del principio de que los medios más seguros son los más rápidos.

Cada descarrilamiento presenta circunstancias particulares; no obstante, ciertas medidas son siempre indispensables y de aplicacion general.

Así, es preciso empezar por separar el ténder de la máquina; en seguida desmontar las piezas que estorban la maniobra, tales como los quita-piedras, las rótulas, etc., y calzar las cajas de grasa de modo que formen cuerpo con el bastidor y queden independientes de los muelles.

Los calces de madera deben colocarse sobre un terreno sólido, y arreglarse con esmero, á fin de que no estorben cuando sea necesario colocar los aparatos para el levante ó las piezas de madera para sostener la má-

quina y haya necesidad de retirar los útiles que han llegado al extremo de su carrera.

Antes de proceder al levante, es preciso calzar sólidamente las ruedas del extremo opuesto para evitar que se hundan en el suelo. Por el lado en el cual funcionan los aparatos para el levante, los agentes deben ir colocando calces de madera debajo de las ruedas á medida que estas se elevan.

Cuando las pestañas han sido elevadas sobre el nivel de los carriles, y que al mismo tiempo la máquina está poco separada de estos, se la puede conducir directamente sobre ellos por medio del tornillo horizontal de los gatos. Si, por el contrario, está bastante distante, el modo de proceder deberá elegirse por el Maquinista ó por el Agente de la traccion que haya venido al socorro, y dependerá de la posicion de la máquina y del perfil de la vía. Con frecuencia la maniobra será mucho más rápida que por otros medios, cortando la vía principal y desviándola para llevarla en la direccion de la posicion ocupada por la máquina.

Para un tónder descarrilado las prescripciones son las mismas que para una máquina.

§ II.—*Descarrilamiento de un wagon.*—Cuando un Maquinista observa en su tren un wagon descarrilado, debe inmediatamente hacer apretar los frenos por los Guarda-frenos, y regularizar la rapidez de la parada, segun la posicion que el wagon ocupe en el tren y segun la pendiente de la parte de la vía que viene recorriendo. En caso, por ejemplo, de que el wagon descarrilado se encuentre en la segunda mitad del tren, debe parar lo más pronto posible, y lo mismo debe hacer para un tren muy ligero, cualquiera que sea la posicion que en él ocupe el wagon.

Despues de la parada, el Maquinista se pondrá de acuerdo con el Jefe de tren respecto á las medidas de seguridad y de socorro, conforme se ha dicho antes, y encontrándose su máquina en condiciones para poder estacionar sin inconveniente, procederá al levantamiento, que se llevará á cabo segun los mismos principios que el de una máquina.

Cuando un eje está torcido ó roto, ó cuando no puede ir en sus placas de guarda, se podrá con frecuencia hacer continuar el wagon descargado colocando la extremidad averiada sobre otro wagon que esté cargado; para esto se unen muy sólidamente los topes y las traviesas ó cabezal de los dos wagones.

Si los dos ejes están fuera de servicio, es preciso cargar el bastidor con la caja sobre un wagon plataforma, ó bien hacerla llevar sobre los topes de los wagones anterior y posterior, atando sólidamente las traviesas de cabeza como en el caso precedente.

En todo descarrilamiento el Maquinista es el único encargado de la direccion del trabajo de levantamiento, hasta que un Agente superior de la traccion llegue al punto del suceso y tome el mando; en el trabajo deberá ser auxiliado por los Agentes disponibles del tren y por los de la vía.

Con frecuencia ha sucedido, en los casos de descarrilamiento de un wagon, que Agentes poco inteligentes lo han volcado sobre un lado de la vía. Esta maniobra, mucho más larga y más difícil que las que antes se indican,

sólo deberá ser empleada cuando falten en absoluto los medios indicados, pues tiene además el inconveniente de destruir completamente el vehículo descarrilado.

Art. 8.º En todos los casos de accidentes, los esfuerzos del Maquinista, del Fogonero y de todos los Agentes de la Compañía deben emplearse para desembarazar la vía lo más pronto posible, para el restablecimiento del servicio; sin embargo, el deseo de ganar algunos instantes en el trabajo no debe llevarles nunca al extremo de emplear medios más rápidos quizás, pero destructores para el material.

Art. 9.º Cuando el Maquinista, por una causa cualquiera, se ve obligado á tirar el fuego de su máquina, debe hacerlo de modo que no caiga ni quede debajo de los vehículos del tren.

Art. 10. Todo Maquinista ó Fogonero en servicio sobre la línea ó en el depósito debe llevar consigo el presente Reglamento, que le habrá sido entregado por el Jefe del depósito bajo recibo.

Extracto del reglamento para la ejecucion de la ley de policía de ferro-carriles

.....
Art. 33. Se hallarán siempre provistas las locomotoras de los aparatos necesarios para precaver todo peligro de incendio, y nunca prestarán servicio hasta que hayan sido reconocidas por la Inspeccion facultativa.

.....
Cuando por deterioro ú otra cualquiera causa.

.....
Art. 38. Sólo las personas destinadas al intento por la empresa encenderán las locomotoras.

Ya dispuestas para el servicio, un Maquinista ó Fogonero permanecerá constantemente sobre su plataforma, cualquiera que sea la situacion de la máquina, así en las vías principales como en los apartaderos.

.....
Art. 46. Todo Maquinista que conduzca una máquina estará provisto de los medios indispensables para hacer las señales que los reglamentos previenen.

.....
Art. 48. Las locomotoras marcharán siempre á la cabeza de los trenes. Este orden podrá, sin embargo, variarse si conviniese para facilitar y hacer más seguras las maniobras indispensables en la proximidad de las estaciones y en los casos de socorro, no debiendo exceder entonces la velocidad de 25 kilómetros por hora.

.....
Art. 54. Cada tren será remolcado por una sola máquina, salvo los casos de auxilio por avería ú otras causas graves, pudiendo entonces emplear-

se otra máquina más, así como también cuando la empresa se halle al efecto previamente autorizada por el Gobierno.

Art. 55. Nunca se colocarán más de dos locomotoras encendidas en cada tren de viajeros, y por regla general se colocarán las dos á la cabeza, aun cuando en casos especiales, pero siempre con la autorizacion del Ministerio de Fomento, podrá permitirse distinta colocacion. A la cabeza y despues del ténder irán uno ó dos wagones que no trasporten personas, segun sean una ó dos las locomotoras que remolquen los trenes.

A la cola del tren se colocará.

Art. 57. Con la antelacion conveniente y el más detenido exámen se cerciorará el Maquinista de que las locomotoras y ténders confiados á su cuidado se hallan en buen estado de servicio, y provistos de los repuestos necesarios.

Art. 61. Los trenes puestos en marcha llevarán las luces y señales que se determinan en el reglamento vigente de 8 de Agosto de 1872, ó del que en lo sucesivo se dicte por el Ministerio de Fomento, oyendo á las empresas.

Art. 63. Antes de que un tren se ponga en movimiento, los empleados que deben acompañarle ocuparán puntualmente sus puestos respectivos, y con la anticipacion conveniente el Jefe de la estacion hará la señal que les advierta su colocacion en el lugar que les está designado, repitiéndola por último con el silbato el encargado de la máquina.

Art. 64. En los puntos de la línea que el Ministerio de Fomento, oyendo á la empresa, designare, habrá máquinas de auxilio ó de reserva siempre encendidas y dispuestas á prestar servicio, tanto de dia como de noche.

Art. 67. Ningun tren podrá partir de la estacion antes de la hora marcada en el reglamento de servicio.

Art. 69. A las inmediaciones de las estaciones se harán las señales que adviertan desde luego á los Maquinistas si pueden ó no entrar en su recinto con las locomotoras.

El Maquinista detendrá el tren inmediatamente que observe la señal de alto.

Art. 70. Sólo en los casos fortuitos de fuerza mayor ó de reparacion de la línea podrán detenerse los trenes en la vía general.

Art. 73. Siempre que por cualquier motivo los trenes ó las máquinas aisladas se detengan en la vía, se pondrán las señales que así lo indiquen á 800 metros de distancia á uno y otro lado del punto interrumpido.

Art. 75. A la distancia de 500 metros de los cruzamientos con otro ferrocarril ó tramvía, moderará el Maquinista la velocidad del tren de ma-

nera que pueda pararse completamente antes de tocar en aquel punto, si así lo exigieren las circunstancias.

Art. 77. Al aproximarse los trenes á las estaciones donde hayan de hacer alto, el Maquinista moderará su velocidad á la distancia que crea necesaria para que no rebasen el andén ó muelle destinado al apeadero de los viajeros.

Podrá tambien, segun las circunstancias, parar la locomotora antes de acercarse á este punto, y llegar despues á él poniéndola de nuevo en movimiento.

Art. 78. El Maquinista disminuirá la velocidad de la marcha, tanto en los grandes desmontes en curva, como en los demás puntos de la línea que no permitan descubrir una larga extension de camino.

Art. 79. Cuando por accidentes inevitables marche la locomotora con el ténder delante, ya vaya sola ó ya acompañada del tren, adoptará el Maquinista las mayores precauciones, sin que la velocidad exceda entonces de 30 kilómetros por hora (1).

Art. 80. Al acercarse el Maquinista á las estaciones, pasos á nivel, curvas, cortaduras ó subterráneos, hará sonar el silbato agudo de vapor para anunciar la proximidad del tren.

La misma señal repetirá siempre que sospechase no hallarse la vía completamente espedita.

Art. 82. Mientras los trenes permanezcan en las estaciones estarán bajo el mando de los Jefes de las mismas, quienes serán entre tanto responsables de cuanto ocurra en su recinto.

Art. 83. El Jefe del tren en marcha lo es de todos los empleados en el servicio del mismo, incluso el Maquinista y Fogonero.

Art. 84. Cuando dos locomotoras remolquen un mismo tren, quedará á cargo del que dirige la primera regular la marcha.

La segunda locomotora sólo funcionará como fuerza adicional y mera auxiliadora.

Art. 85. El Maquinista que marche sin tren con la locomotora confiada á su cargo marchará siempre bajo su responsabilidad, y el Fogonero ejecutará las señales que ordenare aquel, conforme á reglamento.

Art. 86. Sólo podrán ir en la locomotora el Maquinista y Fogonero encargado de su servicio.

(1) Por Real órden de 7 de Julio de 1881 se dispone:

1.º Que las locomotoras solas ó con wagones pueden marchar con el ténder delante en los casos en que por no existir en las estaciones placas giratorias sea esta posicion inevitable, tales como maniobras, regreso á su destino despues de haber servido para doble traccion, arrastre de trenes de trabajos, socorro de trenes ú otros análogos; debiendo interpretar en este sentido las palabras *accidentes inevitables*, consignadas en el art. 79 del reglamento de 8 de Setiembre de 1878.

2.º Que la velocidad en este caso no excederá de 30 kilómetros por hora, y que deberán adoptarse además las mayores precauciones con arreglo á lo dispuesto en el repetido artículo 79.

Se exceptúan únicamente de esta prohibicion los Ingenieros encargados de la inspeccion facultativa, los Ayudantes de la misma con órden ó autorizacion de su Jefe, y los Agentes de la Empresa, debidamente autorizados al efecto.

En todo caso se cuidará muy particularmente de que el número de personas no entorpezca jamás las maniobras y el mejor servicio de la máquina.

.....

PROYECTO DE ORDENANZAS MUNICIPALES de Madrid

CLASIFICACION Y EMPLAZAMIENTO DE LAS CALDERAS FIJAS DE VAPOR

Art. 558. Las calderas fijas de vapor se clasifican en tres clases ó categorías para las condiciones de su emplazamiento. Esta clasificacion está fundada en el producto que resulta de multiplicar el número que expresa en metros cúbicos la capacidad total de la caldera (con sus hervideros y calentadores de alimentacion, pero sin comprender los recalentadores de vapor) por el número que designa en grados centígrados el exceso de la temperatura del agua correspondiente á la presion indicada por el timbre reglamentario sobre la temperatura de 100 grados.

Si varias calderas han de funcionar juntas en el mismo local, y tienen entre sí una comunicacion cualquiera, directa ó indirecta, se tomarán las sumas de las capacidades de todas estas calderas, para formar el producto antedicho.

Las calderas son de primera categoría cuando el producto es mayor que 200; de segunda categoría cuando el producto no llega á 200 pero pasa de 50, y de tercera categoría si el producto no excede de 50.

Art. 559. Las calderas de primera categoría deben establecerse fuera de toda casa habitable y de todo taller que tenga encima otros pisos. No se considera como un piso encima del emplazamiento de la caldera una construccion en la cual no se haya de hacer ningun trabajo de los que exigen la presencia de un personal en puesto fijo.

Art. 560. Se prohíbe colocar las calderas de primera categoría á menos de 3 metros de una casa habitable.

Cuando una caldera de primera categoría se halle colocada á menos de 10 metros de una casa habitable, habrá de separarse por un muro de defensa. Este muro, de buena y sólida construccion de fábrica, se construirá de modo que desenfile la casa con relacion á todos los puntos de la caldera que disten de ella menos de 10 metros, y sin que la altura del muro exceda más de un metro sobre la parte más elevada de la caldera.

El espesor del muro será por lo menos el tercio de su altura, aunque di-

cho espesor no ha de bajar de un metro en su coronamiento. Dicho muro ha de quedar separado de la casa inmediata por un intervalo libre de 30 centímetros de ancho por lo menos.

El establecimiento de una caldera de primera categoría á la distancia de 10 metros ó más de una casa habitable, no está sujeto á ninguna condicion particular.

Las distancias de 3 metros y de 10 metros fijadas anteriormente se reducirán respectivamente á 1,50 centímetros y á 5 metros, cuando la caldera haya de quedar enterrada, de modo que su parte superior esté un metro más baja que el suelo de la casa más próxima.

Art. 561. Las calderas de segunda categoría pueden colocarse dentro de cualquier taller, siempre que este no forme parte de una casa habitable.

Los hogares han de quedar separados de los muros de las casas inmediatas por un intervalo libre de un metro por lo menos.

Art. 562. Las calderas de tercera categoría pueden establecerse en un taller cualquiera, aunque forme parte de una casa habitable.

Los hogares han de separarse de los muros de las casas inmediatas por un intervalo libre de 50 centímetros por lo menos.

Art. 563. Si despues de establecida una caldera se construye una casa habitable en el terreno contiguo, el que haga uso de la caldera deberá sujetarse á las medidas prescritas en los artículos anteriores, como si la casa hubiera estado construida antes de instalar la caldera.

Art. 564. Ninguna caldera de vapor podrá instalarse ni ponerse en servicio sin prévia licencia, que se concederá en la forma que se prescribe en el artículo correspondiente, y sin la declaracion prévia dirigida al Alcalde por el que haya de hacer uso de dicha caldera.

Esta declaracion será registrada el dia de su fecha, y se dará cuenta de ella al Teniente de Alcalde del distrito correspondiente.

Art. 565. La declaracion dará á conocer con exactitud:

- 1.º El nombre y domicilio del vendedor de la caldera, ó el origen de esta.
- 2.º El local donde se va á establecer ó se halla establecida.
- 3.º La forma, la capacidad y la superficie de caldeamiento.
- 4.º El número del timbre reglamentario.
- 5.º Un número distintivo de la caldera, si hubiese varias en el establecimiento.
- 6.º El género de industria y el uso al cual se va á destinar ó se halle destinada.

MEDIDAS DE SEGURIDAD RELATIVAS Á LAS CALDERAS FIJAS

Art. 566. Ninguna caldera nueva podrá instalarse ni ponerse en servicio hasta despues de haber sufrido la prueba reglamentaria que se indica en su lugar.

Art. 567. Se exceptúan de esta obligacion aquellas calderas que, fabricadas en España ó en el extranjero, les acompañe un documento facultati-

vo que dé fe de estar verificada esta prueba y se estime suficiente para la seguridad. En el caso contrario, deberá procederse á nueva prueba, segun se previene anteriormente.

Art. 568. Se someterán igualmente á una nueva prueba todas las calderas de vapor que, habiendo servido ya, sean objeto de nueva instalacion; todas las que hayan de ponerse en servicio despues de haber sufrido una reparacion que pueda afectar á la seguridad de sus elementos, y todas las que hayan de ponerse en servicio despues de haber estado dos años ó más sin funcionar.

En estos casos tendrá lugar la prueba en los puntos que indiquen los interesados, prévia instancia en que harán constar estas diversas circunstancias.

Art. 569. Si la prueba exige la demolicion del macizo del horno, quitar el forro de la caldera ó tener que interrumpir el servicio mucho tiempo, podrá prescindirse de la prueba cuando las noticias auténticas sobre la época y los resultados del último reconocimiento interior y exterior constituyan una presuncion suficiente en favor del buen estado de la caldera.

Art. 570. La repeticion de la prueba podrá exigirse siempre que las condiciones en que funcione una caldera hagan dudar de su solidez.

En todo caso, cuando el que use una caldera niegue la necesidad de hacer una nueva prueba, decidirá el Alcalde despues de un expediente en que se oirá al interesado.

Art. 571. Nunca podrá exceder de diez años el intervalo de una prueba á otra. Antes de que espire ese plazo, el que tenga una caldera de vapor debe pedir que se repita la prueba.

Art. 572. La prueba consistirá en someter la caldera á una presion hidráulica superior á la mayor presion de prueba, y se sostendrá todo el tiempo que sea necesario, para examinar una por una las diversas partes de la caldera.

La sobrecarga de prueba, por centímetros cuadrados, será igual á la presion efectiva, y no ha de bajar nunca de medio kilógramo, sin exceder de 6 kilógramos.

La prueba debe hacerse en presencia de un Jefe facultativo municipal y bajo su direccion.

Art. 573. No se exigirá la prueba para el conjunto de una caldera cuyas diversas partes, probadas separadamente, hayan de quedar unidas por tubos colocados á la larga fuera del hogar y los conductos de humo, y cuyas juntas puedan ser fácilmente desmontadas.

El Jefe del establecimiento en donde se haga la prueba facilitará los obreros y los aparatos necesarios para la operacion.

Art. 574. Despues que una caldera ó una de sus partes haya sido probada con buen resultado, se le pondrá una marca ó timbre que indique en kilógramos por centímetro cuadrado la presion efectiva á que el vapor ha de llegar.

Las marcas llevarán tres números, para indicar el dia, mes y año de la prueba.

Una de las marcas ha de colocarse en sitio que quede á la vista despues de instalada la caldera.

Art. 575. Cada caldera ha de estar provista de válvulas de seguridad, cargadas de manera que dejen escapar el vapor en cuanto su presion efectiva llegue al límite máximo indicado por la marca reglamentaria.

El orificio de cada una de las válvulas debe ser suficientemente grande para que cualquiera que sea la actividad del fuego, y si la válvula se levanta, permita escapar parte del vapor y mantenga el de la caldera á un grado de presion que nunca exceda al límite prefijado.

El constructor puede repartir, si le conviene, la seccion total de los orificios de las dos válvulas reglamentarias entre mayor número de válvulas más pequeñas.

Art. 576. Toda caldera debe tener un manómetro en buen estado á la vista del Fogonero, y graduado de tal modo que indique en kilogramos la presion efectiva del vapor dentro de la caldera.

Una señal muy perceptible indicará sobre la escala del manómetro el límite del que la presion efectiva no debe nunca exceder.

La caldera estará provista de una llave terminada en una brida de 0,04 metros de diámetro, y 0,005 metros de espesor, dispuesta de modo que se pueda colocar allí el manómetro comprobador.

Art. 577. Cada caldera estará provista de una válvula de retencion que funciona automáticamente y colocada en el punto de interseccion del tubo alimentador con la caldera.

Art. 578. Toda pared ó chapa que tenga una de sus caras en contacto con la llama, debe estar bañada por el agua su cara opuesta.

El nivel del agua debe mantenerse en cada caldera á una altura de 0,06 metros por lo menos sobre el plano más elevado del caldeamiento. La posicion límite irá indicada de un modo muy perceptible cerca del tubo de nivel mencionado en los artículos siguientes:

Art. 579. Las prescripciones anteriores no se aplicarán: 1.º, á los recalentadores de vapor distintos de la caldera, y 2.º, á superficies de poca extension y colocadas de modo que no puedan llegar á enrojarse nunca, aunque el fuego tenga el máximo de actividad; tales son los tubos que atraviesan el depósito de vapor para conducir directamente á la chimenea principal los productos de combustion.

Art. 580. Cada caldera ha de estar provista de dos aparatos indicadores del nivel del agua, independientes el uno del otro y colocados á la vista del obrero encargado de la alimentacion.

Uno de estos dos indicadores ha de ser un tubo de cristal, dispuesto de modo que ofrezca á la vista del obrero encargado de la alimentacion una indicacion exacta del nivel del agua en la caldera.

Art. 581. Las calderas de vapor locomóviles están sujetas á las medidas de seguridad determinadas en los artículos 567 al 578. El obrero encargado de cuidar una caldera queda obligado á presentar el resguardo de la declaracion y licencia siempre que se le exija.

Art. 582. Cada caldera llevará una placa sobre la cual han de estar

grabadas en letras bien legibles el nombre y domicilio del propietario, y el número de orden, si el mismo poseyese muchas calderas locomóviles.

Art. 583. Son igualmente aplicables las medidas de seguridad, las de licencia y declaracion prescritas anteriormente á las calderas de toda máquina locomotora que se emplee en los tramvias, carretas ordinarias, rodillos compresores y en las faenas industriales ó agrícolas.

Art. 584. La circulacion de locomotoras en el radio y en las afueras de la poblacion se sujetará á las condiciones que determinen en cada caso los reglamentos correspondientes.

Art. 585. Los recipientes de diversas formas y de una capacidad mayor de 100 litros que sirven para calentar cualquier materia por medio del vapor formado en un generador distinto, cuando la comunicacion con la atmósfera no se halle establecida de un modo capaz de evitar una presión efectiva perfectamente apreciable, quedan sometidos á las prescripciones siguientes:

1.^a Se hallan sujetos á la declaracion que disponen los artículos 564 y 565, y á las pruebas prevenidas en los 566, 568, 569, 570, 571, 572, 573 y 574.

2.^a La sobrecarga de prueba será siempre y en todos los casos igual á la mitad de la presión máxima á que debe funcionar el aparato, pero sin que exceda de 4 kilogramos por centímetro cuadrado.

3.^a Estos recipientes tendrán una válvula de seguridad arreglada á la presión indicada en el timbre, á menos que dicha presión no sea igual ó superior á la fijada para la caldera alimentadora. El orificio de esta válvula, convenientemente descargada ó levantada en caso necesario, debe bastar para mantener el vapor del recipiente, siempre y en todos los casos, en un grado de presión que no exceda el límite del timbre.

Art. 586. Las disposiciones del artículo anterior se aplicarán del mismo modo á los recipientes que encierren agua á una alta temperatura para producir desprendimiento de vapor ó de calor, con cualquier objeto que sea.

Art. 587. Para instalar ó poner en servicio una caldera de vapor, de cualquier orden que sea, se solicitará licencia por el interesado al Alcalde, acompañando á la solicitud la declaracion prescrita en los artículos 564 y 565.

Art. 588. Esta solicitud pasará al Teniente de Alcalde del distrito para que, previos los informes correspondientes y su clasificacion respectiva en conformidad con los mismos, se devuelva para su resolucion definitiva.

Art. 589. Concedida la autorizacion para instalar y poner en servicio una caldera, queda obligado el dueño de la misma al exacto cumplimiento de las condiciones que se le impongan en armonía con la Ordenanza.

Art. 590. Queda tambien obligado á conservar la caldera en buenas condiciones de servicio, y á que sea regida en su uso por operarios inteligentes, siendo responsables de los daños y perjuicios que cause ante los tribunales ordinarios.

Art. 591. La Autoridad local cuidará por su parte de que se cumplan las condiciones impuestas al conceder la licencia, y vigilará por sí ó por

medio de sus delegados, del buen régimen y conservacion de las calderas, girando las visitas de inspeccion que considere necesarias, sin que pueda oponerse ningun obstáculo para el libre paso á donde se hallen instaladas.

Art. 592. El Alcalde, prévio informe facultativo, y despues de haber oido al interesado, podrá disponer que cese de funcionar una caldera cuando se falte á las prescripciones reglamentarias, pudiendo el interesado en todo caso ejercer el derecho de alzada.

Art. 593. Se concede el plazo de un año, á contar desde la publicacion de esta Ordenanza, para que se ajusten á ella todas las calderas de vapor y recipientes establecidos antes de su promulgacion.

Art. 594. Los casos imprevistos en estas disposiciones se resolverán con arreglo al espíritu de las mismas.

MÁQUINAS DE VAPOR Y DE PRESION EN GENERAL

Art. 595. Toda máquina que funcione á una presion efectiva perfectamente apreciable como máquina de vapor, de aire caliente, de gas ú otro agente, exige para su instalacion y régimen la licencia prescrita para los establecimientos ins alubres, incómodos y peligrosos.

Art. 596. Todos los aparatos y órganos para la funcion de estas máquinas y la trasmision de fuerza deben llenar los requisitos siguientes:

- 1.º Seguridad para los operarios del taller y para los habitantes.
- 2.º Evitar trepidaciones que puedan ocasionar perjuicios á tercero.
- 3.º Corregir ruidos que molesten al vecindario.

ORDENANZAS MUNICIPALES de Barcelona

ESTABLECIMIENTOS FABRILES MOVIDOS POR MEDIO DE VAPOR

101. El recinto actual de esta ciudad para los efectos de lo establecido en esta seccion se dividirá en dos zonas, una interior y otra exterior; esta empezará al Occidente de la calle del Mediodía, siguiendo por el huerto de Sirés, calle de San Olegario, de la Cadena, Riera de Prim, idem de Prim alta, Peu de la Creu, Poniente, del Leon, Fernandina, Montalegre, Vall-doncella y Tallers, y al Norte de la calle Condal, continuando por la de Estruch, plaza de Junqueras y calles del Arco de Junqueras y de San Pedro más alta á derecha é izquierda, y concluyendo en la calle de la Puerta Nueva. El resto de la ciudad constituirá la zona interior.

102. No se permitirá establecer dentro del actual recinto de esta ciudad, y en cualquiera de sus zonas, calderas de vapor que excedan de la fuerza de tres caballos; pero en cualquier punto de dicho antiguo recinto

será permitido establecer calderas que tengan de uno á tres caballos de fuerza.

103. Se continuará permitiendo aumentar la fuerza de las calderas de vapor en las fábricas situadas en la zona exterior de la ciudad, y construidas antes del 10 de Abril de 1846, cuyos dueños hubiesen presentado á su debido tiempo al Cabildo municipal el plano de los terrenos y edificios de su propiedad, conforme á lo prevenido en el edicto publicado en la citada fecha.

104. No se concederá permiso para reedificar establecimiento alguno en que se empleen calderas de vapor si está situado en la zona interior de la ciudad; pero será permitido reedificar los situados en la zona exterior, siempre que fueren destruidos ó tuvieren que destruirse de resultas de incendio ú otro accidente independiente del uso natural de las mismas.

105. No se permitirá el cambio de calderas de vapor que excedan de la fuerza de tres caballos, de uno á otro establecimiento, no siendo en virtud de derecho adquirido para aumento de fuerza, á tenor de lo que establece el artículo 103.

106. Cuando se forme el plan general de ensanche de la ciudad, se determinarán los puntos en que puedan establecerse calderas de vapor que excedan de la fuerza de tres caballos; y entre tanto, la Municipalidad podrá conceder permisos para plantearlos fuera del actual recinto, aunque imponiendo á sus dueños la condicion de hacerlas desaparecer si estuvieren en la zona donde se acordare en dicho plan de ensanche que no pueda haberlas.

Si varias calderas debiesen funcionar juntas en un mismo local y existiese entre ellas una comunicacion cualquiera directa ó indirecta, se tomará para obtener el producto la suma de las capacidades de las calderas, con inclusion de sus hervidores.

107. Las calderas de vapor se dividirán en cuatro clases. Para formarlas se expresará en metros cúbicos la capacidad de la caldera y sus hervidores, y en atmósferas la tension del vapor, y las dos cantidades se multiplicarán entre sí, perteneciendo á la primera clase las calderas que arrojen por producto un número mayor de 15; á la segunda aquellas cuyo producto exceda de 7 y no pase de 15; á la tercera aquellas en que exceda de 3 y no pase de 7, y á la cuarta todas las en que no exceda de 3 el producto.

108. Las calderas de vapor comprendidas en la primera clase deberán establecerse fuera de toda casa habitada y de todo taller ó fábrica.

109. Sin embargo, para dejar en salvo la facultad de emplear un foco de calor que de otra suerte se malograria para el calentamiento de las calderas, la Municipalidad podrá autorizar el establecimiento de las de primera clase en el interior de un taller que no forme parte de una casa habitada. Estos permisos deberán sujetarse á la aprobacion de la Diputacion provincial.

110. Siempre y cuando hubiere menos de 51 palmos 450 milésimos (10 metros) de distancia entre una caldera de primera clase y las habitaciones

ó la vía pública, deberá construirse de buena y sólida mampostería un muro de defensa de 5 palmos (0,97 metros) de espesor. Las otras dimensiones se determinarán conforme se previene en el art. 107.

Este muro de defensa deberá en todos los casos distinguirse del cuerpo de mampostería de las hornillas, de las cuales deberá estar separado por un espacio libre de 2 palmos y medio (0,485 metros) de ancho al menos. Deberá igualmente estar separado de las paredes medianeras de las casas vecinas.

Si la caldera está enterrada y establecida de suerte que su parte superior diste al menos 5 palmos (0,97 metros) del suelo, no se exigirá el muro de defensa á no ser que se encontrase á menos de 25 palmos (4,870 metros) de distancia, de las habitaciones ó de la vía pública.

111. Cuando se establezca una caldera de primera clase en un local cerrado, no podrá este cubrirse con bóveda, sino con un techo ligero, que no tenga ninguna trabazon con los techos ó tejados de los talleres ó cualquier otro edificio contiguo, y deberá además apoyarse en una armazon peculiar de carpintería.

112. Las calderas de vapor comprendidas en la segunda clase podrán establecerse en el interior de un taller que no forme parte de una habitación ó una fábrica de varios pisos.

113. Si las calderas de esta categoría distasen menos de 25 palmos (4,870 metros) de una habitación ó de la vía pública, deberá construirse en este lado un muro de defensa igual al de que habla el art. 110.

114. Cuando hubiese terrenos contiguos sin edificar pertenecientes á tercero, y los propietarios de los mismos procediesen, despues del permiso dado por la Municipalidad para establecer calderas de primera ó segunda clase, á edificar dentro de las distancias indicadas en los artículos 110 y 113, ó se destinasen dichos terrenos para vía pública, podrá obligarse al propietario de las calderas, mediante instancia de los propietarios del terreno, á que construya los muros de defensa que quedan prescritos, lo cual se le mandará ejecutar por la Autoridad municipal, salvo el recurso ante la Autoridad competente.

115. Las calderas de tercera clase podrán colocarse tambien en el interior de un taller que no forme parte de una casa habitada, pero sin necesidad de construirse el muro de defensa.

116. Las calderas de cuarta clase podrán situarse en el interior de un taller cualquiera, aun cuando dicho taller forme parte de una casa habitable.

117. Las hornillas de las calderas de vapor comprendidas en la tercera y cuarta clase deberán estar enteramente separadas por un espacio vacío de 2 palmos y medio (0,485 metros) al menos de las casas pertenecientes á tercero.

118. Cuando las calderas establecidas en el interior de una casa habitable estén cubiertas en su parte superior y por los lados de una capa ó envoltorio destinado á evitar las pérdidas de calórico, esta cubierta deberá construirse con materiales ligeros; si fuere de tabique de ladrillos, no podrá

exceder del grueso de medio palmo (0,098 metros). En ningun caso será permitido que haya habitaciones sobre el local en que exista la caldera.

119. En el cuarto de las calderas no podrá tenerse más carbon que el preciso para el consumo de seis horas.

120. El depósito de combustible, si existe contiguo al cuarto de las calderas, deberá estar separado por el muro de defensa, cuando exista, y en otro caso por un muro de 2 palmos y medio (0,435 metros) de espesor, estando cerrada la comunicacion del depósito con el cuarto de calderas por medio de una puerta de hierro.

121. Cualquiera que sea la clase de calderas que se planteen, siempre deberán emplearse aparatos fumívoros.

122. La solicitud en que se pida el permiso deberá contener: 1.º La presion máxima del vapor, expresada en el número de atmósferas en que hayan de funcionar las calderas.—2.º La fuerza de estas calderas expresada en caballos, entendiéndose que el caballo-vapor es una fuerza capaz de elevar un peso de un quintal, 3 arrobas, 5 libras y 6 onzas (75 kilogramos) á 5 palmos 145 milésimos (un metro) de altura en el espacio de un segundo. 3.º—La forma de las calderas, y el grueso y capacidad de las mismas y de sus hervidores, expresados en metros cúbicos.—4.º El lugar y terreno en que las calderas deberán fijarse, y su distancia de la vía pública y de los edificios pertenecientes á particulares.—Y 5.º La clase de industria á que se destinen las calderas.

Tambien deberá acompañarse un plano de las localidades y el dibujo geométrico de la caldera.

123. Inmediatamente de recibida la solicitud se abrirá una informacion por espacio de quince dias, en la que serán oidos los vecinos más inmediatos al lugar en que deba establecerse la caldera, y el Ingeniero que para la inspeccion de las máquinas y calderas de vapor tenga á sus órdenes la Municipalidad. Dicho Ingeniero deberá hacer constar en su dictámen si el edificio en que aquellas deban plantearse tiene todas las condiciones requeridas para la clase á que pertenezca la caldera; si esta presenta todas las apetecibles condiciones de seguridad para cuando funcione, además de las requeridas en el Reglamento que acompaña á estas Ordenanzas, y todo lo demás que considere conducente á evitar los peligros de los operarios, de los vecinos y del público.

124. En vista de esta informacion, la Municipalidad resolverá, dentro de los quince dias siguientes á haberse cerrado, si há lugar ó no á concederse el permiso, el cual deberá contener: 1.º El nombre del propietario.—2.º La presion máxima del vapor, expresada en el número de atmósferas en que deberá funcionar la caldera y los números de los timbres con que ambas hayan sido marcadas.—3.º La fuerza de la caldera expresada en caballos.—4.º La forma y capacidad de la caldera, y grueso de la misma y sus hervidores.—5.º El diámetro de las válvulas de seguridad y la carga que pueda darse á las mismas.—Y 6.º La clase de industria á que se destine la caldera.

125. El permiso dado por la Municipalidad para establecer calderas de primera y segunda clase indicará el punto en que deba colocarse la caldera

y la distancia á que habrá de estar respecto á los terceros y á la vía pública, fijando, si hubiese motivo para ello, la direccion del eje de la misma. Tambien determinará la situacion y dimensiones en longitud y altura del muro de defensa de 5 palmos 145 milésimos (un metro) cuando sea necesario establecer dicho muro en cumplimiento de los artículos anteriores.

Para la determinacion de dichas dimensiones se tomará en cuenta la capacidad de la caldera, el grado de tension del vapor, y todas las demás circunstancias que pudieran hacer que el establecimiento de la caldera fuese más ó menos peligroso ó incómodo.

126. El interesado podrá acudir á la Autoridad competente en queja de la resolucion en que se le deniegue la autorizacion para establecer una caldera de vapor.

Si hubiese habido oposicion al permiso solicitado, los que la hubieren hecho podrán acudir á la propia Autoridad tambien en queja de la decision de la en que aquel se hubiese concedido.

Igualmente podrá acudirse á dicha Autoridad contra las decisiones relativas á las condiciones de seguridad que deban presentar las calderas.

127. Las calderas de vapor no podrán empezar á funcionar antes de haberse cumplido todas las condiciones impuestas en el permiso, lo que se acreditará por medio de la inspeccion del Ingeniero.

128. Queda prohibido hacer funcionar las calderas de vapor á mayor presion de la del grado determinado en el permiso, y al que expresen los timbres que dichas calderas lleven grabados.

129. El Ingeniero Inspector podrá visitar, siempre que lo creyere conveniente ó se lo ordenare la Autoridad, los establecimientos en que haya calderas de vapor para cerciorarse de que se observan estrictamente las condiciones de seguridad prescritas en las Ordenanzas y Reglamento.

130. Cuando una caldera de vapor presente peligros de una naturaleza especial y sea posible prevenirlos por medio de disposiciones especiales tambien, la Municipalidad, mediante informe del Ingeniero, podrá conceder el permiso para establecerla bajo las condiciones que juzgue necesarias, sometiendo antes el permiso á la aprobacion de la Autoridad competente.

131. Los propietarios de establecimientos en que hoy dia existen, con la debida autorizacion, calderas de vapor, quedarán dispensados, mientras no acuerde lo contrario la Municipalidad, y si se han sujetado á todas las obligaciones prescritas por los bandos anteriores á estas Ordenanzas, del cumplimiento de lo establecido en las mismas y en el Reglamento que las acompaña, excepto en la parte en que expresamente se les ordene, cuando se publiquen, que deban conformarse á sus disposiciones. Sin embargo, cuando estos establecimientos sean peligrosos, el Ayuntamiento, mediante informe del Ingeniero, y despues de oido el propietario del establecimiento, podrá prescribir el cumplimiento del todo ó parte de las medidas contenidas en estas Ordenanzas ó en el Reglamento dentro de un plazo cuyo término se fijará segun los casos.

132. Cuando acontezca alguna desgracia, la Autoridad municipal se

trasladará sin tardanza al lugar de la ocurrencia, y la informacion sumaria que se instruya se comunicará á la Municipalidad, trasladándola, si hubiese méritos para ello, al Promotor fiscal.

El Ingeniero Inspector y el Arquitecto de la Municipalidad se trasladarán tambien inmediatamente al lugar de la ocurrencia para examinar respectivamente los aparatos de vapor y el edificio, cuyo estado harán constar, é investigarán la causa de la desgracia, dirigiendo en seguida un informe al Ayuntamiento.

En caso de explosion, los propietarios de calderas ú otros aparatos de vapor ó sus representantes no deberán reparar las construcciones ni mudar de lugar ó desnaturalizar los fragmentos de la caldera ó máquina rotas antes de la visita y conclusion de las diligencias del Arquitecto y del Ingeniero.

133. En caso de infraccion de estas Ordenanzas y del Reglamento especial que las acompaña, incurrirán los concesionarios en la pena de privacion del uso de sus máquinas ó calderas, sin perjuicio de las demás penas é indemnizacion de daños y perjuicios á que les condenen los Tribunales. Esta privacion se dispondrá por la Autoridad municipal, salvo el recurso sin carácter suspensivo, á la Autoridad superior competente.

Reglamento para el uso de las calderas y demás aparatos que contengan vapor

Artículo 1.º Las calderas de vapor nacionales ó extranjeras deberán tener, para ser declaradas útiles por el Ingeniero designado al efecto, despues de haberlas inspeccionado, las condiciones siguientes:

1.ª Las calderas, hervidores, receptáculos y demás aparatos en que se produzca ó que deban contener vapor de presion, deberán ser construidos de suerte que tengan el grueso ó espesor que se marca en la tabla adjunta, segun que sean de plancha de hierro, de cobre ó de hierro galvanizado.

2.ª Las calderas y demás aparatos cuyas paredes no sean esféricas deberán tener los gruesos marcados en dicha tabla, segun el material de que sean construidos.

3.ª Las calderas y demás aparatos en los que el vapor se sobrecaliente por cualquier medio serán reguladas en los gruesos de sus paredes segun la presion máxima que deban soportar, y no por la que tal vez se indicare.

Art. 2.º Despues de reconocidas por el Inspector las calderas y demás aparatos, se timbrarán, haciendo constar en el timbre la presion máxima á que puedan resistir sin peligro alguno. Los timbres se colocarán en lugar visible.

Art. 3.º El Inspector podrá, siempre que lo crea oportuno, reconocer la caldera y demás aparatos de vapor; pero si su colocacion hiciese imposible un exacto reconocimiento, podrá hacer su prueba por medio de la presion del agua, pero solamente á una mitad más de la presion máxima que la caldera ó aparato deban resistir.

Art. 4.º Toda caldera y aparato de vapor tendrá dos válvulas de seguridad, cada una de las cuales deberá resistir, por el peso que llevará en la extremidad de la palanca, la tensión máxima del vapor. Una de ellas estará tapada de manera que no pueda cargarse con más peso, pero tendrá una tela metálica resistente en la parte inmediatamente superior á la válvula para dar salida al vapor con facilidad.

Art. 5.º A fin de facilitar la inspección al Ingeniero, habrá en el local en que estén situados la caldera ó aparato de vapor, una tablilla firmada por el Inspector y sellada con el sello de la Municipalidad, en la que constará: 1.º La presión máxima que pueda resistir la caldera ú otro aparato de vapor, expresada en atmósferas.—Y 2.º La longitud de la palanca de las válvulas y el valor del peso que ha de haber en la extremidad de la misma.

Art. 6.º Toda caldera estará provista de un manómetro graduado en atmósferas, al cual se unirá un tubo que tome el vapor directamente de la caldera. El manómetro, en cuanto posible sea, estará colocado en lugar bien visible.

Art. 7.º Toda caldera estará provista de una bomba de alimentación ú otro aparato de efecto seguro. El agua que se introduzca en la caldera se tomará de un depósito que esté á la vista del Fogonista, y no directamente del pozo de donde se extraiga. Se concede el plazo de un año para conformarse con lo dispuesto en este artículo á los que tuviesen calderas de vapor establecidas antes de la promulgación de este Reglamento.

Art. 8.º El nivel de agua que debe haber en la caldera se indicará exteriormente por medio de una línea bien visible trazada sobre el cuerpo de la misma ó en la parte delantera de la hornilla.

Esta línea estará al menos un decímetro más alta que la parte más elevada de los corredores, tubos ó conductos de la llama y del humo de la hornilla.

Art. 9.º La caldera deberá estar provista, además del flotante ordinario, de uno de los dos aparatos siguientes: 1.º, un tubo indicador de vidrio; y 2.º, camillas indicadoras colocadas convenientemente á diferentes niveles. Estos aparatos deberán en todo caso estar dispuestos de modo que se hallen á la vista del Fogonista.

Art. 10. En el caso de que varias calderas hayan de funcionar juntas, cada una deberá poder alimentarse separadamente y estar provista además de los aparatos de seguridad indicados para las sencillas.

Art. 11. Cuando el agua que se emplee sea de composición tal que pueda atacar el metal de la caldera, no podrá usarse sin que antes haya sido modificada por algún medio químico, de suerte que no ejerza acción alguna perjudicial al metal.

Art. 12. Los propietarios y jefes de establecimientos cuidarán:

1.º De que dichas máquinas y calderas de vapor y todos los demás aparatos que dependan de los mismos se mantengan constantemente en buen estado de servicio.

2.º De que dichas máquinas y calderas sean calentadas, manejadas y cuidadas según las reglas del arte.

Los mismos propietarios y jefes serán responsables de los accidentes y daños resultantes de la negligencia ó incapacidad de sus agentes.

Art. 13. Cuando alguna caldera haya de sufrir alguna reparacion ó cambio notable por cualquier concepto que sea, no podrá funcionar de nuevo sin prévia inspeccion y aprobacion de la misma por el Ingeniero.

Art. 14. Los gastos de inspeccion en el caso previsto en el artículo anterior vendrán á cargo del propietario de la caldera.

Art. 15. Los propietarios de calderas de vapor están obligados á adoptar los aparatos de seguridad que tal vez se inventaren y que la Municipalidad apruebe.

Art. 16. Las infracciones á lo prevenido en este Reglamento serán castigadas con la primera de las penas señaladas en el artículo 645 de las Ordenanzas municipales, quedando sujetos los que las cometan á las disposiciones del título 24 de las propias Ordenanzas.

TABLA de los gruesos que deben darse á las calderas y otros aparatos de vapor cilíndricos, de plancha de hierro, plancha de cobre y plancha de hierro galvanizado.

| DIAMET.º | TENSION DEL VAPOR | | | | | | |
|----------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 2 atmósfs. | 3 atmósfs. | 4 atmósfs. | 5 atmósfs. | 6 atmósfs. | 7 atmósfs. | 8 atmósfs. |
| | Metros | Milimet. | Milimet. | Milimet. | Milimet. | Milimet. | Milimet. |
| 0,50 | 3,90 | 4,80 | 5,70 | 6,60 | 7,50 | 8,40 | 9,30 |
| 0,55 | 3,99 | 4,98 | 5,97 | 6,96 | 7,95 | 8,94 | 9,93 |
| 0,60 | 4,08 | 5,16 | 6,24 | 7,32 | 8,40 | 9,48 | 10,56 |
| 0,65 | 4,17 | 5,34 | 6,51 | 7,68 | 8,85 | 10,02 | 11,19 |
| 0,70 | 4,26 | 5,52 | 6,78 | 8,04 | 9,30 | 10,56 | 11,82 |
| 0,75 | 4,35 | 5,70 | 7,05 | 8,40 | 9,75 | 11,10 | 12,45 |
| 0,80 | 4,44 | 5,88 | 7,32 | 8,76 | 10,20 | 11,64 | 13,08 |
| 0,85 | 4,53 | 6,06 | 7,59 | 9,12 | 10,65 | 12,18 | 13,71 |
| 0,90 | 4,62 | 6,24 | 7,86 | 9,48 | 11,10 | 12,72 | 14,34 |
| 0,95 | 4,71 | 6,42 | 8,13 | 9,84 | 11,55 | 13,26 | 14,97 |
| 1,00 | 4,80 | 6,60 | 8,40 | 10,20 | 12,00 | 13,80 | 15,60 |
| 1,05 | 4,89 | 6,78 | 8,67 | 10,66 | 12,45 | 14,34 | 16,23 |
| 1,10 | 4,98 | 6,96 | 8,94 | 10,92 | 12,90 | 14,88 | 16,86 |
| 1,15 | 5,07 | 7,14 | 9,21 | 11,28 | 13,35 | 15,42 | 17,49 |
| 1,20 | 5,16 | 7,32 | 9,48 | 11,64 | 13,80 | 15,99 | 18,12 |

NOTA. Para hallar el grueso de la plancha de los metales arriba indicados se sigue la regla siguiente:

$$g = 1,8 d \times n - 1 + 3 \text{ milímetros;}$$

g es el grueso; *d*, diámetro; *n*, número de atmósferas; 3 milímetros, el exceso de grueso que se da á la plancha por los pequeños defectos que pueda tener y para mayor seguridad.

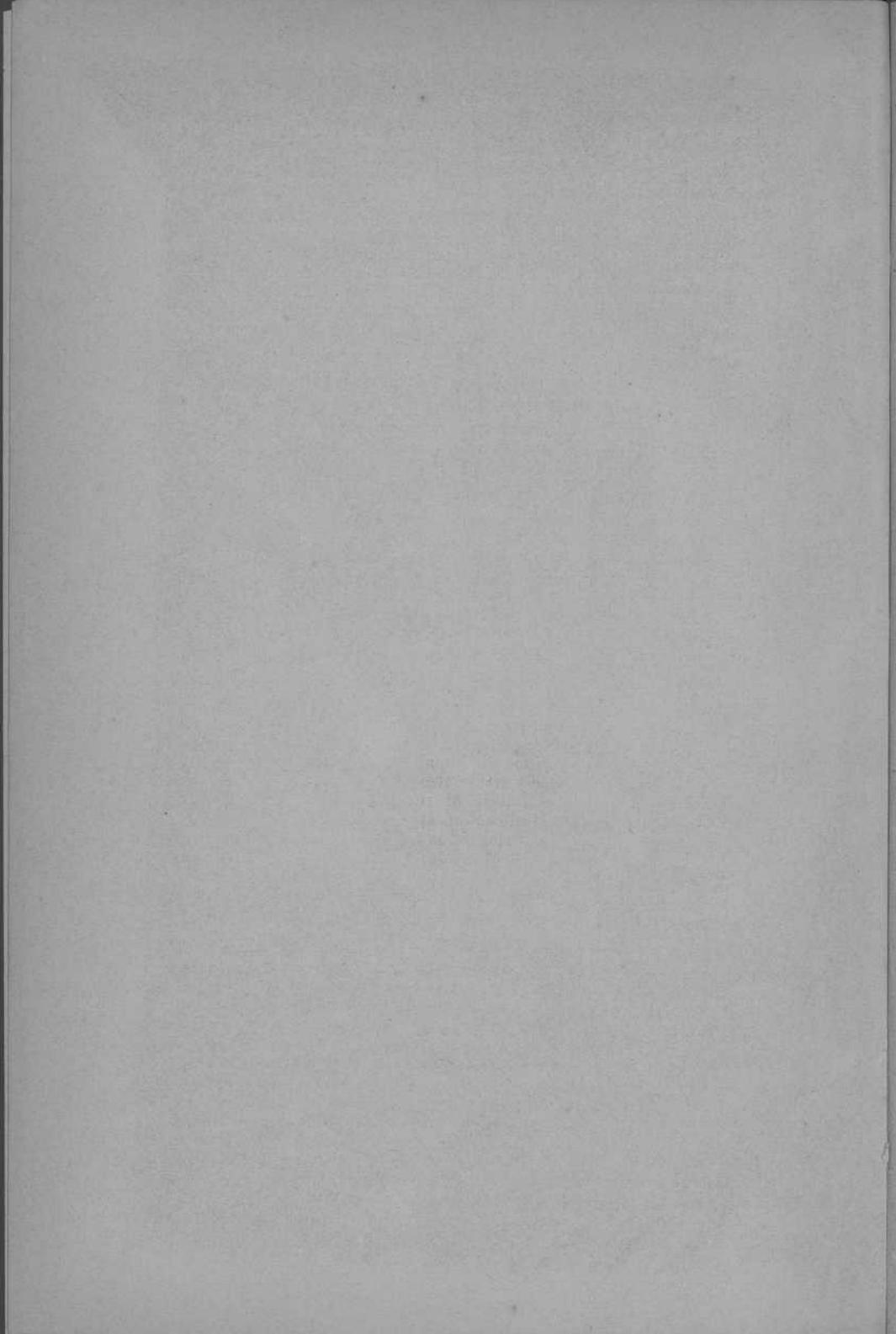
INDEX

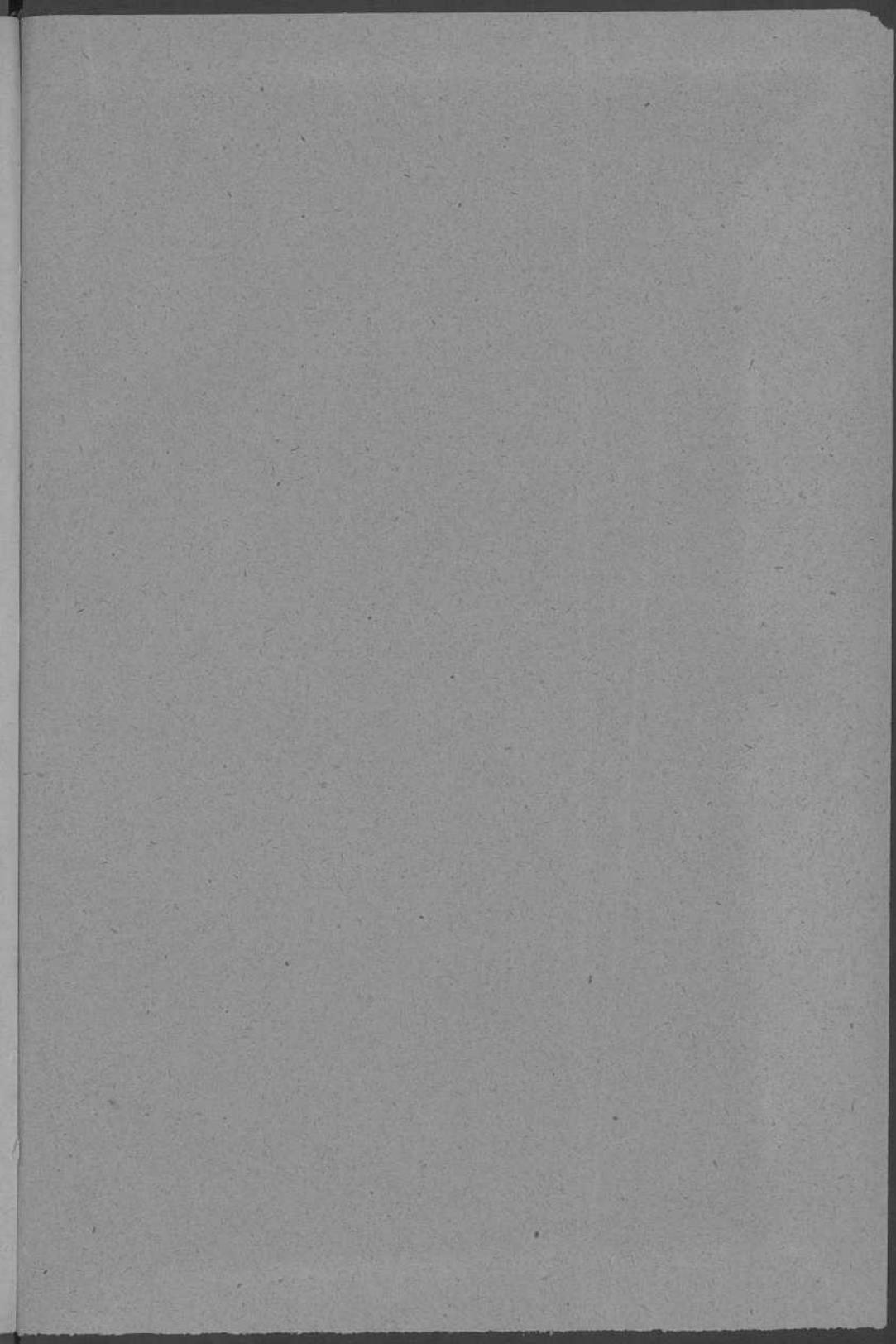
ÍNDICE

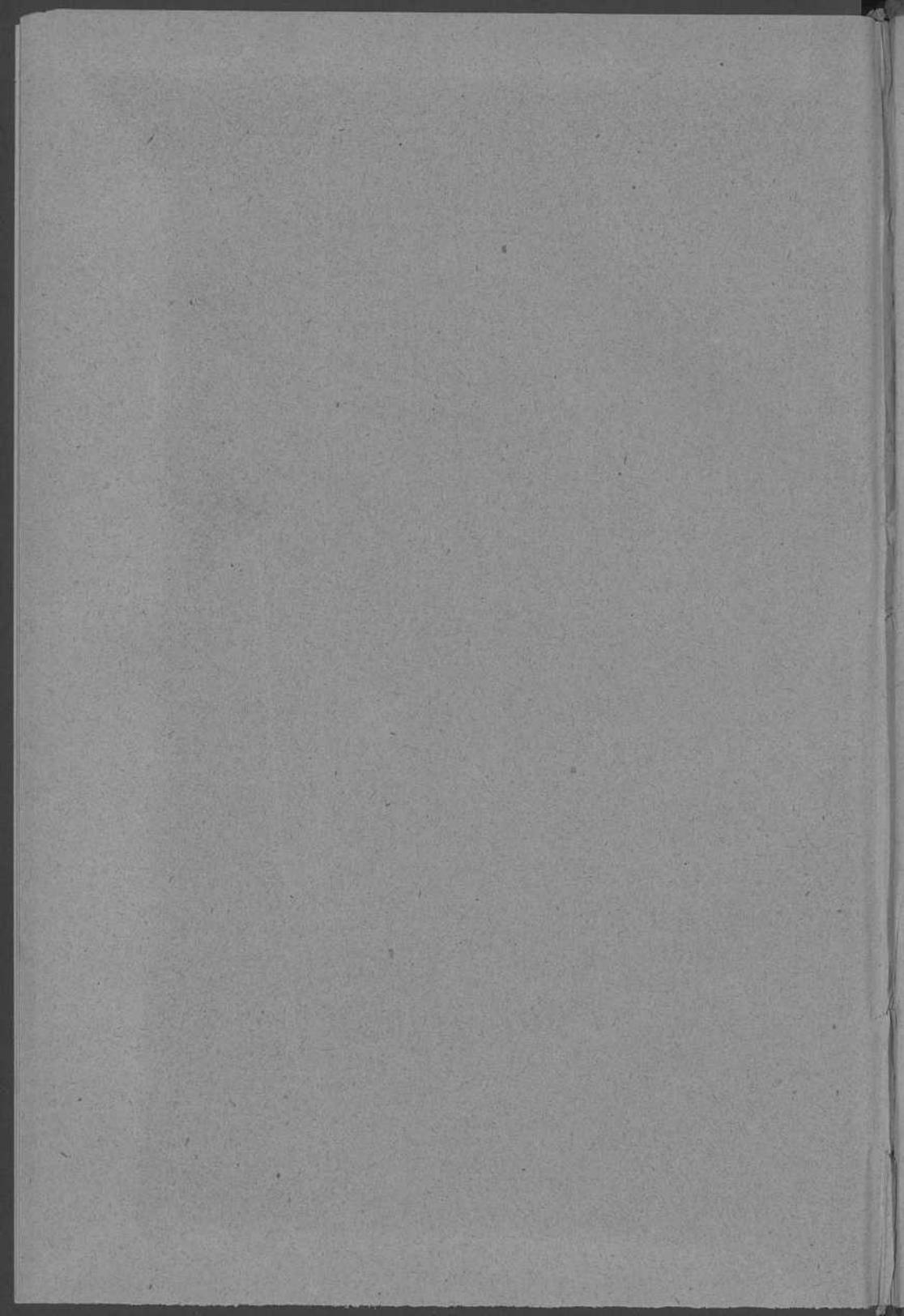
| | Páginas |
|---|---------|
| <i>Plan de la obra</i> | 5 |
| Historia de las máquinas de vapor..... | 9 |
| La primera máquina..... | 17 |
| Primer generador de vapor..... | 24 |
| GENERADORES DE VAPOR..... | 34 |
| Generador Galloway.. | 36 |
| Generador Belleville..... | 42 |
| GENERADORES ESPECIALES..... | 50 |
| Calderas de las máquinas locomóviles.. | 56 |
| Generador Meyn..... | 63 |
| Generador Bermann..... | 64 |
| Generador Béde..... | 64 |
| Generador Naeyer..... | 66 |
| Generador Sinclair..... | 67 |
| Generador fumívoro de Sulzer..... | 69 |
| APARATOS ACCESORIOS..... | 70 |
| Alimentador automático y contador de agua..... | 70 |
| Alimentador Cohufeld..... | 73 |
| Inyector Giffard..... | 76 |
| Inyector Hall..... | 79 |
| Inyector universal Koerting..... | 81 |
| Economía de combustible..... | 83 |
| Estudio económico de los generadores..... | 85 |
| Datos prácticos sobre la instalacion de generadores de vapor..... | 92 |
| MÁQUINAS DE VAPOR.—De Woolf..... | 94 |
| De Compound..... | 95 |
| Sistema Corliss..... | 97 |
| Sistema Sulzer..... | 100 |
| Sistema Besnar..... | 101 |

| | |
|---|-----|
| <i>Máquinas perfeccionadas.</i> —Sistema Poillon..... | 104 |
| Sistema Galloway..... | 106 |
| Sistema Sulzer-Compound..... | 108 |
| <i>Locomóviles</i> | 111 |
| Aparato Kraff, para quemar serrin, virutas y astillas pequeñas.... | 118 |
| <i>Eleccion de un motor</i> | 119 |
| <i>Cálculos de las máquinas de vapor</i> | 124 |
| Valor económico de una máquina..... | 127 |
| Bomba de alimentacion..... | 129 |
| Datos empíricos..... | 129 |
| Máquinas Woolf y Compound..... | 130 |
| Dimensiones del cilindro..... | 131 |
| Condensacion..... | 132 |
| Bomba de aire..... | 133 |
| RECONOCIMIENTO, CONSERVACION Y MANEJO DE LAS MÁQUINAS..... | 135 |
| Ajustes de los émbolos..... | 137 |
| Cajas de estopas..... | 138 |
| Montaje..... | 140 |
| Horizontalidad del eje motor..... | 140 |
| Comprobacion de la perpendicularidad del eje virtual del cilindro respecto al eje motor de la máquina..... | 140 |
| Máquinas de balancin..... | 141 |
| Escuadra para centrar..... | 145 |
| Reconocimiento de los órganos de las máquinas..... | 146 |
| Movimientos de avance y retroceso del eje motor..... | 147 |
| Calentamiento de los cojinetes..... | 147 |
| El regulador de bolas..... | 148 |
| <i>Distribucion del vapor</i> | 148 |
| Distribucion ordinaria de correderas..... | 148 |
| Expansion obtenida por medio de dos correderas sobrepuestas..... | 151 |
| Distribucion sistema Mayer..... | 152 |
| Distribucion sistema Farcot..... | 153 |
| Distribucion por medio de válvulas..... | 156 |
| Distribucion por medio del bastidor Stephenson..... | 157 |
| <i>Manejo de las máquinas de vapor</i> | 160 |
| Engrase..... | 160 |
| Sebo de Rusia..... | 160 |
| Grasa de plombagina..... | 160 |
| Grasa líquida..... | 160 |
| Grasa para carruajes..... | 161 |
| Regla para poner en marcha una máquina de vapor..... | 162 |
| Alimentacion de las calderas..... | 164 |
| Condensador de las máquinas..... | 167 |
| Generalidades sobre el manejo de las máquinas..... | 168 |
| Medios de efectuar las juntas de las máquinas..... | 170 |
| Mastic ordinario..... | 172 |

| | |
|---|-----|
| Mastic de hierro..... | 173 |
| Máquinas especiales..... | 175 |
| <i>Manejo de los generadores de vapor</i> | 177 |
| Direccion del fuego..... | 181 |
| APENDICE.—Reglamentos y disposiciones oficiales que interesan á los maquinistas, fogoneros y dueños de fábricas..... | 187 |
| Reglamento orgánico del cuerpo de Maquinistas de la Armada..... | 188 |
| Cuerpo de marineros-fogoneros para el servicio de los buques del Estado..... | 197 |
| Navegacion mercante..... | 198 |
| Reglamento para los maquinistas de los Caminos de hierro del Nor- te de España..... | 199 |
| Proyecto de Ordenanzas municipales de Madrid..... | 223 |
| Ordenanzas municipales de Barcelona..... | 228 |







27

15



Giróni

MANUAL
DEL
FOGONERO

15.325

LIBRERIA NOTAL

