

LA MECÁNICA EN LA ESPOSICION DE 1900

Ya tenemos entre nosotros las primeras revistas científicas que nos dan a conocer en detalles los grandes progresos alcanzados por la ciencia en los últimos años.

Una de las mas importantes es, sin duda, "*La Mécanique a l'Exposition de 1900.*" Esta nos servirá para tomar los datos que van a continuacion, que demuestran, de una manera bien clara, el inmenso desarrollo que ha adquirido la ciencia de la Mecánica, especialmente en los últimos diez años; lo que contribuirá eficazmente al adelanto de las industrias, especialmente en aquellos países que, como el nuestro, necesita de grandes economías para que sus industrias obtengan resultados positivos i seguros.

Al revés de lo que se habia hecho en las exposiciones anteriores, todas las calderas a vapor i todas las máquinas matrices se han reunido de manera que han formado una estacion central, desde donde la fuerza motriz, bajo forma de corriente eléctrica, se trasmite a todos los puntos de la Exposicion.

La administracion estimó que, siendo lo mas característico de los progresos realizados en la *industria mecánica* el perfeccionamiento del transporte de la fuerza por la electricidad, nada podia contribuir con mas ventaja para darle un *chic* particular a esta exposicion *fin de siècle*, que la supresion, tan completa como fuera posible, de los órganos de trasmision i sustituir la energía eléctrica a los árboles i correas.

Para llegar francamente a esta evolucion, se ha observado rigurosamente la eliminacion de los árboles de trasmision de las máquinas motrices, i se ha restringido mucho el terreno ocupado por las máquinas motrices, haciendo que todas las máquinas que dan la fuerza motriz a la administracion formen grupos *electrogènes*, llevando directamente montado sobre su árbol de lecho, el dinamo jenerador de la electricidad.

A pesar del deseo de la administracion de hacer observar tanto como fuera posible el programa espuesto, ha debido aceptar, para satisfacer algunos compromisos, la instalacion de algunos árboles trasmisores, que, puestos en movimientos ellos mismos por dinamos receptores, han servido para hacer accionar por medio de correas un cierto número de máquinas.

A título de comparacion, anotaremos que en 1867 la lonjitud acumulada de los árboles instalados por la administracion fué de..... 792 metros

En 1878 su desarrollo total alcanzó a.....	2176 metros
En 1889 " " " a.....	1360 "
En 1900 " " " a.....	250 "

La fuerza total transmitida el año 1900 fué sólo de 225 caballos de vapor o sea 0.9 *H. P.* por metro corrido.

En 1867 i 1878 la fuerza transmitida fué de 1.1 *H. P.* por metro corrido i el año 1899 fué de 2.23 *H. P.* por metro corrido.

Las dos fábricas jeneradoras del vapor, se han colocado en dos patios de 40×117 metros, comprendidos entre el antiguo palacio de las Máquinas de 1889 i las galerías de 30 metros destinadas a recibir los grupos *electrogènes*.

En cada una de estas dos fábricas, se encuentran instaladas las baterías de calderas, mantenidas por los esponentes i debiendo corresponder a las exigencias técnicas impuestas por el Comisario jeneral M. Alfred Picard, el Vice-Presidente del Comité de los Directores de la Esposicion, M. Delaunay Belleville i el Comité Técnico de las máquinas.

Este Comité Técnico se ha creado por decreto ministerial, como el del año 1889, i es una verdadera comision consultativa, compuesta de los hombres mas notables de la ciencia i de la industria; su presidencia ha correspondido a M. Linder, antiguo Inspector Jeneral de Minas i antiguo presidente del Consejo Superior de Minas; está compuesto de 61 miembros i se ha dividido en tres secciones o sub-comités, encargados de estudiar todas las cuestiones que se les propongan.

Estas sub-secciones son:

Sub-comité de Máquinas, sub-comité de calderos i sub-comité que estudiará todo lo que no se refiere a máquinas o calderos.

Estos sub comités han formado pliegos de condiciones jenerales, a los cuales han debido ajustarse todos los esponentes; ellas son importantísimas i nos limitaremos a recomendarlas, ya que no disponemos del espacio suficiente para su publicacion.

Al concurso universal se han presentado 18 fábricas constructoras clasificadas como sigue: 10 fábricas francesas con un total de 70 calderas, de sistema multitubular en su mayor parte; 1 fábrica inglesa con 6 calderas, sistema Galloway; i 7 fábricas alemanas con un total de 16 calderas multitubulares i Cornwall.

El total de calderas, es pues, de 92 i han sido admitidas por el Comité Técnico para que su produccion alcance a 235,000 kilogramos por hora.

La administracion habia calculado que necesitaba 200,000 kilogramos por hora i los 35,000 kilogramos restantes los reservó para precaverse de accidentes provenientes de descomposturas, reparaciones o limpiezas.

Su distribucion se hizo como sigue:

50 calderos en la fábrica de La Bourdonnais para una capacidad productiva

total de 120,600 kilogramos por hora, 42 en la de Suffren con 114,100 kilogramo por hora.

Se llegó a ser tan riguroso en la observacion de los reglamentos franceses que tres calderas alemanas instaladas en la fábrica de Suffren, que respondian a los reglamentos alemanes, han debido pedir una autorizacion especial al Ministro de Trabajos Públicos para tomar parte en la Exposicion, pues habian sido rechazadas por el Comité Jeneral por no llevar ampliamente las prescripciones de los reglamentos franceses.

La capacidad productiva de cada una de las calderas ha sido determinada tomando en cuenta consideraciones muy largas de enumerar; seria para ello necesario reproducir casi por completo los informes presentados por el ingeniero de Minas Walckenaer, en nombre del sub-comité de calderas, al Comité Técnico jeneral.

Tomaremos, pues, algunos puntos jenerales de las instalaciones de las calderas, para ver con asombro la obra realizada en la esposicion universal de 1900.

La superficie de calefaccion total es de 15,000 metros cuadrados; de esta cifra se desprende una vaporizacion media de 15,6 kilogramos por metro cuadrado de superficie de calefaccion; esta potencia de vaporizacion varía con el tipo de caldera con la relacion entre la superficie de calefaccion, que llamaremos S_c , i la superficie de parrillas, que llamaremos S_p , es decir, varía con la relacion

$$\frac{S_c}{S_p};$$

La mayor vaporizacion es de 23 kilogramos por metro cuadrado en una caldera en que $\frac{S_c}{S_p}=24$, i la menor es de 10 kilogramos para una caldera en que $\frac{S_c}{S_p}=55$.

La superficie total de parrillas es de 396 metros cuadrados, lo que da una produccion media de 590 kilogramos de vapor por metro cuadrado de parrilla.

La relacion media de $\frac{S_c}{S_p}=38$; la mínima es de 24 i la máxima es de 69, comprendiendo el recalentamiento.

Ahora, siendo 92 las calderas i produciendo por hora 235,000 kilogramos, la produccion media por unidad es de 2,550 kilogramos por hora; la mayor produccion unitaria es de 5,200 kilogramos para una caldera multitubular Mathot i la menor de 650 kilogramos para una caldera del mismo constructor, que ha querido, poniendo una al lado de la otra, demostrar la manifiesta elasticidad de su tipo de jeneradores i mostrar que pueden ellas emplearse tanto en las pequeñas industrias, como en las mayores.

Éste es el conjunto de los jeneradores destinados a proveer de vapor necesario a las esponetas, a los servicios jenerales de la fuerza motriz i a todo el alumbrado eléctrico.

Pero para formarse una idea del progreso de la Mecánica, es necesario hacer una comparacion con las exposiciones anteriores.

En 1867 el número de calderas fué de	32
En 1878 " " " de.....	19
En 1889 " " " de.....	30
En 1900 " " " de.....	92

La produccion total durante la Exposicion de 1878 fué de 39,473 toneladas; 68,797 en 1889 i de 308,000 toneladas en 1900.

La produccion media por dia de trabajo, que fué de 219,450 kilogramos en 1878, pasó a 382,205 kilogramos en 1889 i hoi, trabajando $7\frac{1}{2}$ horas al dia, ha llegado a 1.500,000 kilogramos, o sea 4 veces mas que la del año 1889.

La duracion de las Exposiciones de 1878 i 1889 fué de 180 dias; la de 1900 se calcula en mas o ménos 205 dias.

Anotemos ahora la fuerza motriz desarrollada en la Exposicion de 1900 i comparémosla con la de los años 1867, 1878 i 1889.

La potencia total el año 1867 fué de 854 *H. P.*, provenientes de 52 máquinas, teniendo por lo tanto una fuerza media de 16 *H. P.*

El año 1878 la potencia total fué de 2,533 *H. P.* provenientes de 41 máquinas, elevando, por lo tanto, la fuerza media a 62 *H. P.*

La potencia trasmisora, habia, pues, entre 1867 i 1878, anmentado en la proporcion de 300 por 100, miéntras que la fuerza unitaria aumentó en la proporcion de 390 por 100.

En 1889, la potencia total disponible era de 5,320 *H. P.*, o sea relativamente a 1878 un aumento de 210 por 100.

Esta potencia era producida por 32 máquinas, lo que da para potencia media por máquina 166 *H. P.*, un aumento sobre 1878 de 268 por 100.

Se vé, pues, claramente, que durante las exposiciones del 1867, 1878 i 1889, a medida que la potencia a trasmitir aumentaba, el número de máquinas motrices en movimiento iba constantemente disminuyendo, i, al contrario, la fuerza unitaria iba aumentando en una proporcion considerable.

En 1900, la potencia total de los grupos *electrogènes* encargados de producir la enerjía es de 36,085 *H. P.* i el número de máquinas es sólo de 37; la potencia media por unidad es, pues, de 975 *H. P.*

La comparacion de estas cifras con las del año 1889 nos muestra el camino recorrido en los últimos 10 años; la potencia total aumentó en un 680 por 100 i la fuerza unitaria media aumentó en un 585 por 100.

Por fin, es digno anotar que la seccion francesa presentó 18 máquinas motrices con una potencia total de 14.435 *H. P.* o sea 802 *H. P.* por unidad, i las secciones extranjeras presentaron 19 máquinas motrices con una fuerza total de 21,650 *H. P.*, o sea una potencia unitaria de 1,140 *H. P.*

Los departamentos de las calderas se encuentran bajo un galpon que cada uno tiene 3,276 metros cuadrados; el costo de ellos alcanzó a 235,872 francos; alrededor de estos galpones se ha dejado un espacio libre de seis metros, que servirá de camino de acceso.

Todas las calderas se encuentran unas al lado de las otras, separadas por un pasillo suficiente para tener un tráfico libre i un acceso fácil hácia la vía férrea, por donde llegan los aprovisionamientos i se sacan los escombros.

Admitiendo ahora que el consumo horario de vapor sea de 200,000 kilogramos i que la produccion media de vapor sea de 7.5 kilogramos por kilogramo de carbon bruto, i que el servicio diario sea de $7\frac{1}{2}$ horas, el consumo diario será de 200 toneladas de carbon, cantidad que aumentará cuando haya fiestas de noche u otros servicios especiales.

Ahora bien, los espacios que se han dado a los esponentes de calderas son mui reducidos para que puedan almacenar grandes cantidades de combustible; ha sido, pues, necesario dictar reglamentos especiales para evitar los inconvenientes del polvo del carbon, de la limpieza jeneral i la sacada de las cenizas, ya que el aprovisionamiento debia hacerse diariamente. En estos reglamentos se estipulaba que esta faena debia quedar completamente terminada a las ocho de la mañana, i, entre otras cosas, se exijia llevar el carbon en sacos.

Si admitimos que una carreta cargada de carbon lleve, como máximum, 2,500 kilogramos, o sea 50 sacos de 50 kilogramos cada uno, sería preciso que cada mañana penetraran a la Esposicion 80 carretas; se vé, pues, inmediatamente que es imposible hacer este servicio durante 205 dias, en condiciones regulares.

La solucion práctica ha sido, pues, la instalacion de una vía férrea que pasa por el centro del departamento de las calderas, i al mismo tiempo que trae el carbon, se lleva las cenizas escorias, etc.; sin embargo, a los esponentes se les ha dejado en completa libertad para que hagan este servicio por carretas si así lo desean.

Para los conductos de humo, se ha adoptado tambien un sistema especial; la Administracion ha construido los conductos principales i los esponentes han tenido que hacer los suyos hasta unirlos con los de la Administracion, quedando cada esponente encargado de la limpieza i conservacion de su seccion.

Uno de los puntos de mas importancia por resolver fué el relativo a las chimeneas.

La Administracion exijia se construyera una chimenea en la fábrica Suffren i otra en la de La Bourdonnais; ademas, estas chimeneas debian de tener una altura tal i tan considerable como fuera posible, para atenuar los efectos del humo sobre los parques, jardines i, principalmente sobre los vecinos.

Con estas bases, la Administracion se formó un programa, del que sacó sus bases para llamar a concurso a todos los especialistas franceses.

El programa impuesto era:

Altura, 70 a 80 metros; el diámetro máximo en la base no podría pasar de 12 metros i las escavaciones no debían tener más de ocho metros de profundidad i 18 metros de diámetro.

Al concurso se presentaron 18 proyectos de 10 constructores diferentes; fueron examinados por un jurado presidido por M. Delaunay-Belleville, i el informe se encargó a M. Hirsch.

El primer lugar fué asignado a MM. Nicon et Demarigny, notables especialistas en construcciones de chimeneas; presentaron el proyecto de una chimenea de 80 metros de altura i la Administracion ordenó construirla en la fábrica de La Bourdonnais.

Es una grandiosa obra de arquitectura i como recomendacion autorizada basta citar algunas palabras del informe, pues dice *que es la única que merece construirse tal como está proyectada.*

La fundacion se hizo sobre pilotaje, pues el sub-suelo de París, en la seccion del Campo de Marte, ha sido a menudo removido desde hace 30 años. A cuatro metros bajo el terreno natural se encuentra una mui buena capa de arena de unos tres a cuatro metros, para pasar despues a una capa de arcilla; el terreno ya habia sido mui bien estudiado al ejecutar las fundaciones de la Sala de Máquinas i de las pilastras de la Tour d'Eiffel.

El pilotaje se colocó despues de hacer una escavacion de siete metros de profundidad; los pilotes de madera de roble, en número de 133, se han distribuido en siete círculos concéntricos i han llegado a un rechazo estimado suficiente despues de hincados de 8 a 10.50 metros; superiormente se han amarrado con una capa de concreto de 1.85 metro de espesor.

La fuerza del viento con que se calculó la chimenea es de 270 kilogramos por metro cuadrado; el peso total de la chimenea es de 5,733 toneladas; en estas condiciones se ha llegado a tener una carga máxima de 2.34 kilogramos por centímetro cuadrado, tomando en cuenta el viento i de 1.75 kilogramo sin viento; ahora, suponiendo que no tomemos en cuenta el pilotaje i que la accion se ejecute directamente sobre la capa de arcilla, tendremos 3.67 kilogramos con viento i 2.85 kilogramos sin él, resultado bastante favorable, pues el Palacio de las Máquinas trabaja a 3.28 kilogramos i en las fundaciones de la Tour Eiffel se ha comprobado que esa capa de arcilla resiste fácil i seguramente de tres a cuatro kilogramos.

El rechazo se justificó con las siguientes indicaciones: peso de la masa del martinete 500 kilogramos, altura de la caída 1.30 metro, i una andanada de 25 golpes no debia enterrar el pilote más de seis milímetros; pero como los constructores se encontraron mui atrasados, pidieron autorizacion para trabajar con un martinete a vapor Decont-Lacour. El peso de la masa era de 1,200 kilogramos i la altura de caída 1.50 metro; se consideraba el rechazo suficiente cuando a una andanada de 10 golpes, el pilote enterraba ménos de 15 milímetros.

Las mezclas usadas para la construccion de las chimeneas han sido las siguientes:

Para el concreto se usó 300 kilogramos de Cemento Portland para un metro cúbico de arena lavada i tamizada, i esta mezcla para un metro cúbico de cascajo quebrado i lavado.

El envoltorio interior del basamento i bóvedas de penetracion son hechos de buenos ladrillos, que resisten 300 kilogramos por centímetro cuadrado i el mortero usado contenia 200 kilogramos de Cemento Portland i 150 kilogramos de cal hidráulica de Befes para un metro cúbico de arena.

El resto del basamento i coronamiento se ha hecho con una mezcla ordinaria de 350 kilogramos de Cemento Portland para un metro cúbico de arena.

El cuerpo de la chimenea se hizo de ladrillos mui resistentes, con mortero de $\frac{1}{3}$ de cal hidráulica de Befes para $\frac{2}{3}$ de arena.

A las cornizas del coronamiento i pedestal se les ha dado una capa de cemento puro para impedir las filtraciones.

El costo de esta chimenea fué de 203,000 francos.

No habiendo satisfecho a la Administracion mas que el proyecto de MM. Nicon et Demarigny, se discutió bastante la conveniencia de hacer las dos chimeneas iguales i encargarlas a estos constructores; sin embargo, predominó la idea de hacerlas diferentes, para lo cual encargaron a M. Bourdon la confeccion del proyecto de la chimenea de Suffren, adaptándose en lo posible a la de La Bourdonnais.

El proyecto fué casi igual a la de MM. Nicon et Demarigny i sólo se diferencian sensiblemente en las decoraciones.

Su construccion se le encargó a MM. Frisoul et Fradet, distinguidos constructores que se comprometieron a ejecutarla por la suma de 186,000 francos.

Terminaremos dando el presupuesto, con cifras mas o ménos aproximativas, de las Instalaciones Mecánicas en la Esposicion de 1900.

Presupuesto total del servicio de las Instalaciones Mecánicas	4.200,000 francos
„ del servicio hidráulico	1.100,000 „
„ de instalaciones eléctricas	1.600,000 „
„ de los aprovisionamientos i aparatos elevadores	1.100,000 „
—————	
Total.....	8.000,000 francos

JORJE VARGAS SALCEDO.
Ingeniero Civil.

La Serena, noviembre 18 de 1900.

