

NUEVAS REFLEXIONES SOBRE LOS ARTICULOS DE DON LEOPOLDO BROCKMANN REFERENTES AL MODO DE CALCULAR LAS PROPORCIONES DE LAS LOCOMOTORAS, INSERTOS EN LOS NÚMEROS 10 DEL PRIMER AÑO Y 3.º DEL SEGUNDO, DE LA REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

La teoría del efecto de las máquinas de vapor de Pambour, en el supuesto de que han llegado al movimiento uniforme y de que el vapor se conserve con el máximo de densidad correspondiente á las diferentes presiones que experimenta, desde que se

forma en la caldera hasta que se condensa ó se pierde en la atmósfera, estriba en los dos principios fundamentales siguientes: 1.º que la potencia aplicada al émbolo es igual á la resistencia aplicada al mismo; 2.º que la cantidad de vapor gastada es igual á la producida.

Estos dos principios, aplicados á las locomotoras, están representados por dos ecuaciones que deben tener lugar simultáneamente, y son las siguientes:

$$P = (1 + z) [(k \pm g) M \pm gm + uv^2] \frac{D}{d^2 l} + \frac{DF}{d^2 l} + p + p'v$$

$$S = v \frac{d^2(1+c)}{D} (n + qP) = v \frac{rd^2 l}{D} (n + qP) \text{ haciendo } c = l(r-1).$$

- M = Peso del tren sin máquina.
- m = Peso de la máquina.
- S = Vaporización efectiva de la máquina.
- P = Presión del vapor en el cilindro.
- p = Presión atmosférica.
- p'v = Presión en el cilindro debida á la tobera.
- uv² = Resistencia del aire contra el tren.
- F = Rozamiento de la máquina.
- v = Velocidad de traslación.
- z = Rozamiento adicional de la máquina debido á la carga.

- k = Rozamiento de los carruages por unidad de peso.
- g = Componente de la unidad de peso en el sentido del camino.
- D = Diámetro de las ruedas motoras.
- d = Diámetro de los cilindros.
- l = Carrera del émbolo.
- c = Huelgo del cilindro.
- n = Constante.
- q = Constante.

despejando *M* y *v* en vez de *P* y *S* tendríamos

$$\left\{ \begin{array}{l} (1) \quad M = \frac{1}{k \pm g} \left[\frac{1}{1+z} \left[\frac{d^2 l}{D} (P - p - p'v) - F \right] \pm gm - uv^2 \right] \\ (2) \quad v = S \frac{D}{rd^2 l} \frac{1}{n + qP} \end{array} \right.$$

y eliminando *P* entre las dos, resultará

$$(3) \quad M = \frac{1}{k \pm g} \left[\frac{1}{1+z} \left[\frac{d^2 l}{D} \left(\frac{S}{v} \frac{D}{rd^2 l} - \frac{n}{q} - p - p'v \right) - F \right] \pm gm - uv^2 \right]$$

Efectuando la multiplicacion del factor $\frac{d^2 l}{D}$ por los términos que están dentro del paréntesis que le sigue, se tendrá que

$$(4) \quad M = \frac{1}{k \pm g} \left[\frac{1}{1+z} \left[\frac{S}{rv} - \frac{d^2 l}{D} \left(\frac{n}{q} + p + p'v \right) - F \right] \pm gm - uv^2 \right]$$

La ecuacion (1) (por consiguiente las (3) y (4)), puede ponerse aun bajo esta forma:

$$(1+z) [M (k \pm g) \pm gm + uv^2] + F = \frac{d^2 l}{D} (P - p - p'v)$$

Pero el primer miembro no es mas que la suma de todas las resistencias que tienen la misma velocidad de traslación de la máquina, y $P - p - p'v$, representa todas las fuerzas que actúan directamente sobre el émbolo; por consiguiente, para simplificar podremos sustituir en vez del primer miembro *M'* y en vez de lo que está dentro del paréntesis en el segundo, *P'*; en cuyo caso la ecuacion tomará la forma

$$M' = P' \frac{d^2 l}{D}$$

multiplicando los dos miembros de esta ecuacion por 4 π tendríamos

$$4 \pi D M' = P' \times 4 \pi d^2 l = P' \times 2 \pi d^2 \times 2 l$$

y tambien

$$(5) \quad M' \pi D = P' \frac{2 \pi d^2}{4} \cdot 2 l$$

pero πD y $2 l$ son los caminos descritos en el mismo instante por la resistencia *M'* y por la potencia $P' \frac{2 \pi d^2}{4}$ que actúa sobre la superficie de los dos émbolos; luego esta ecuacion quiere decir que el trabajo de la potencia es igual al de la resistencia, ó lo que es lo mismo, que la potencia y la resistencia están en razon inversa de los caminos que mutuamente describen; principio que es uno de los fundamentales de la mecánica y que lo mismo se verifica en las locomotoras, que en toda otra má-

quina, sin que deje de tener lugar, cualquiera que sea el efecto producido por esta, ya sea el máximo, ya el mínimo, ya otro diferente.

Además de estos antecedentes, añadiremos otros tan sencillos como ellos, pero que simplificarán lo que mas adelante digamos. En toda máquina, y por consiguiente en toda locomotora, hay dos casos distintos que considerar, á saber: ó la máquina está construida y fijas todas sus dimensiones, y lo que se trata de ver es el efecto que puede producir; ó por el contrario, determinado este efecto, se trata de construir la máquina de modo que sea capaz de producirlo. Fijándonos en las locomotoras, hemos visto que las ecuaciones (1) y (2) son las que ligan entre sí los elementos que hay que tener presentes para determinar sus efectos en el primer caso y sus dimensiones en el segundo. Todo lo que tenga relacion con estos problemas tiene que resultar de la discusion de estas dos ecuaciones, que se verifican simultáneamente, ya sea que se trate del máximo efecto, ya sea que se quiera buscar el que corresponde á otras circunstancias distintas de las que satisfacen al primero. Podrá suceder en algunos problemas que en lugar de atender al mismo tiempo á las citadas dos ecuaciones, no necesitémos atender mas que á una sola: su inspeccion basta para conocer cuales problemas serán estos; podremos tambien combinar estas dos ecuaciones de diferentes maneras, de este modo equivaldrá la nueva ecuacion á las dos primitivas y podrán resolverse otros muchos problemas sin atender mas que á ella; pero no por eso dejarán de verificarse simultáneamente las que entran en su composicion; y finalmente, habrá algunos casos en que será difícil la resolucion de la cuestion propuesta sino se atiende al mismo tiempo á lo que pasa en las componentes. Entre las diferentes combinaciones que pueden hacerse con las ecuaciones (1) y (2), es una la que está representada por las ecuaciones (5) y (4), que no son mas que una misma, como ya hemos visto.

Ahora bien, refiriéndonos al caso en que se quiere construir una máquina capaz de producir efectos dados, una de las cosas que nos interesará conocer es, la influencia que puede tener cada una de sus dimensiones sobre dichos efectos, y entre las diferentes cuestiones á que puede dar lugar esta investigacion, examina Pambour en primer lugar las dos siguientes:

1.ª Dada una carga, ¿qué influencia tiene en la velocidad la variacion de S , D , d , l ?

2.ª Dada la velocidad, ¿qué influencia tiene en la carga la variacion de S , D , d , l ?

¿Qué contestacion dan á estas preguntas las ecuaciones simultáneas (1) y (2)? A la primera contestan, que v será tanto mayor cuanto mayores

sean S , D y menores d , l . Contestan á la segunda, que M será tanto mayor cuanto mayores sean S , d , l y menor D .

¿Qué contestacion dá á las mismas preguntas la ecuacion (5) que es combinacion de las (1) y (2)? La misma.

Refiriéndonos á la segunda pregunta mas particularmente, ¿qué contesta la ecuacion (5) que es por decirlo así, la piedra de toque de todas las cuestiones relativas á las máquinas en movimiento? Lo mismo.

¿Será posible que la ecuacion (4), que no es mas que la (1), que no es mas que la (5), y que si ha de decir algo y si ha de ser aplicable á las cuestiones del efecto de las locomotoras, no puede nunca estar en contradiccion con la (5)? ¿será posible, decimos, que esta ecuacion diga todo lo contrario que la (1), (5) y (5), sin mas razon para ello que el haber verificado una multiplicacion que estaba indicada en la (5)?

Pues sin embargo, esto es lo que pretende el Sr. Brockmann en su primer artículo y lo que sostiene en el segundo; veamos en qué se funda y cuáles serán las consecuencias de sus deducciones, si fuesen ciertas.

Inmediatamente despues de haber discutido la primera de las dos cuestiones que antes hemos enunciado, pasa Mr. Pambour á discutir la segunda, y á continuacion y como resumen de las dos discusiones, dice lo que literalmente traducimos á continuacion:

«Así, un aumento de la superficie vaporizante ó radiante de la caldera tiende á aumentar igualmente la velocidad y la carga de las máquinas; pero un cambio en el diámetro del cilindro, en la carrera del émbolo y en el diámetro de las ruedas, no son favorables á la velocidad, sino á espensas de la carga; y si se quiere que la máquina libre de una carga grande con una velocidad dada, es preciso darle un cilindro de gran diámetro, una larga carrera de émbolo y unas ruedas de pequeño diámetro.»

Hé aquí el origen de toda la cuestion suscitada por el señor Brockmann; efectivamente Mr. Pambour, al discutir estas dos cuestiones, hace uso de la ecuacion (5) (resultado de la eliminacion de P entre las (1) y (2)), despejando en ella v ó M , segun que trata de la primera ó segunda cuestion; cuando despeja M , efectúa la multiplicacion que está indicada en la ecuacion (5), resultándole la (4), y á continuacion dice lo que hemos puesto de letra bastardilla poco antes, que es lo que tanto ha llamado la atencion del señor Brockmann, porque habiéndose fijado en la forma de esta ecuacion que, como antes vimos, es

$$(4) \quad M = \frac{1}{k \pm g} \left[\frac{1}{1+z} \left[\frac{S}{v} - \frac{d^2 l}{D} \left(\frac{n}{q} + p + p/v \right) - F \right] \pm gm - uv^2 \right]$$

dice: puesto que $\frac{d^2 l}{D}$ tiene delante de sí el signo menos y el valor de M , debe ser tanto mayor, cuanto menor sea el término sustractivo, y puesto que este disminuye cuando crece D y cuando disminu-

yen d , l , resulta que cuando se quiera arrastrar una carga considerable, se debe aumentar el diámetro de las ruedas motoras y disminuir el radio y la carrera del émbolo. Si esto fuera cierto podrían sacarse consecuencias bien poco favorables

para todos los que se han ocupado de esta materia hasta el presente.

Semejantes consecuencias deben ocurrirse desde luego y son propias para hacer reflexionar á cualquiera é inducirle á meditar sobre el asunto antes que se decida á publicar resultados, que al paso que dan honra y crédito al que los encuentra, producen un beneficio general, rectificando ideas equivocadas, si es que están sólidamente establecidas, pero que sino lo están, entonces lo mas que producen, sino hay quien las contradiga, es hacer germinar ideas falsas en los que no están en estado de tomar mas que lo que les dan.

A los que conozcan la teoría de las locomotoras, á los que posean los principios fundamentales de la mecánica, á los que estén acostumbrados á las trasformaciones que tan comunes son en las cuestiones matemáticas, no les hará falta sin duda examinar la filiacion de la ecuacion (4); por mil caminos distintos se asegurarán de que, ó aquella ecuacion está en armonía con dichos principios fundamentales, ó de lo contrario no dudarán en decir que está mal establecida ó cimentada en principios falsos y verán de sustituirla por otra mejor basada, si son capaces de ello.

Para los que estén algo mas vacilantes y menos seguros en estos conocimientos, será bastante motivo para ir-examinando paso á paso la procedencia y trasformaciones de dicha ecuacion al encontrarse en contradiccion con tantas personas respetables como se han ocupado de este asunto, sacando las mismas consecuencias que Pambour, porque no hemos de llevar nuestra presuncion hasta el punto de que al primer arranque y sin un exámen maduro queramos manifestar mas perspicacia que todos.

Hubiera bastado al Sr. Brockmann tener presente la ecuacion

$$(5) M' \pi D = P' \frac{2 \pi d^2}{4} \cdot 21$$

para ver salir á torrentes las consecuencias mas propias para hacerle conocer que ó la ecuacion (4) estaba fundada en principios absurdos, ó era preciso tener en cuenta alguna cosa mas de las que tiene presentes; efectivamente, si de dicha ecuacion (4) se desprende, como pretende este ingeniero, que para que M crezca es preciso que D aumente y que d , l disminuyan, tambien tendrá que suceder lo mismo en la ecuacion (5) para que aumente M' , cuya composicion ya hemos visto antes; luego, una de dos, ó el principio general de todas las máquinas en movimiento representado por (5) tiene que venir abajo, ó la ecuacion (4) está mal fundada y es preciso desecharla; pero cuando tratamos de ver si está bien establecida esta ecuacion y si son verdaderos los principios que le sirven de base, encontramos (y el Sr. Brockmann asi lo dice tambien) que la tal ecuacion no puede ser atacada por este lado; y de aquí se origina otra consecuencia mas trascendental aun que la que acabamos de ver, y consiste en que de una ecuacion bien establecida, se desprenden resultados enteramente contrarios á los que la razon dicta y que en este caso particular echan por tierra el principio funda-

mental del movimiento de las máquinas; es decir, que seria inútil hacer esfuerzos, á veces extraordinarios, para ligar por medio de una ecuacion los elementos de una cuestion cualquiera, porque despues de establecida no estariamos seguros de que fuesen exactas las consecuencias que dedujéramos y hasta podian ser completamente absurdas.

Aun pudiera haber tenido márgen para reflexionar sin salir de las páginas 468 y 470 del Pambour (segunda edicion), pues aunque la ecuacion de la página 470 (que es la (4) nuestra) diese el resultado que saca el Sr. Brockmann, de que para tirar de una gran carga es necesario dar á las ruedas un gran diámetro, y á los émbolos un pequeño diámetro y una corta carrera; aun cuando se dedujese eso, decimos, resultaria un fenómeno muy raro y es, que en la ecuacion de la página 468 que dá el valor de v en funcion de D , l , d , se obtiene para v un valor tanto mas grande cuanto mayor es D y menores l , d ; es decir, que los mismos valores de l , d , D que aumentan la carga, aumentan tambien la velocidad; luego la consecuencia irresistible es, que dada una locomotora con los valores de l , d , D capaces de hacer que tire de la mayor carga, tambien la tirará con la máxima velocidad, y como este principio deberia ser comun á todas las maquinas, vendriamos á parar de consecuencia en consecuencia, que el caballo que llevase una carga capaz de reventarlo, deberia ir á galope, etc., etc., lo cual es algo fuerte y poco verosímil.

Estas y otras muchas causas de reflexion pudieran haber conducido al Sr. Brockmann á examinar mas detenidamente la ecuacion (4), y hubiera visto que Pambour dice que es la señalada con el número (2) en la página 585 de su obra; de aqui habria ido á parar á la página 577 y se hubiera encontrado con que dicha ecuacion es la combinacion por la eliminacion de R (que nosotros hemos llamado P) de las dos ecuaciones que aqui hemos marcado (2) y (4); aunque para esta tal vez hubiera tenido que recurrir el Sr. Brockmann á la página 272 de la mencionada obra.

De este modo se hubiera encontrado con estas dos ecuaciones fundamentales, como nosotros al principio de este escrito; y siguiendo el mismo camino se hubiera encontrado con la ecuacion (4) y es probable que se hubiera evitado la molestia de escribir su primer artículo, y por lo menos, ya que vió el camino abierto, hubiera evitado escribir el segundo.

Efectivamente, nosotros en el número 4.º de la *Revista* combinamos la ecuacion (2) con la (4) y por consiguiente obteniamos la (5); porque es claro que si tenemos dos ecuaciones y eliminamos entre ellas cierta cantidad que les sea comun, nos resultará una tercera, la cual si á su vez es combinada con una de las componentes, dará la otra y todas tendrán lugar simultáneamente.

Pero decimos mal, no lo hubiera evitado, porque en el primero de estos artículos se propone probar que sus deducciones son legítimas independientemente de la ecuacion (4); y en el segundo nos niega que podamos hacer uso en la cuestion

presente de otra ecuacion que dé la (4) porque es la única que existe en el problema general, y la combinacion que hace el autor de las Observaciones (es el que suscribe) de la ecuacion (2) con la (4) es imposible, es absurda, es una combinacion que por más que queremos buscarle una disculpa, no nos revela otra cosa que la falta de un estudio bastante profundo de la obra de Pambour. El lenguaje, como ven nuestros lectores, no carece de cierta franqueza; pero lo que debe parecer bastante curioso á la mayor parte de los ingenieros, que no tendrán mucho trabajo en adivinar quien es el autor de las Observaciones, es la última parte de lo que va en bastardilla, relativo á profundizar, dicho por el Sr. Brockmann al Sr. J. S.

¿Conque si una ecuacion proviene de la combinacion de otras dos, que son las fundamentales, y si aquella presenta alguna oscuridad, como se la ha presentado al señor Brockmann, nos estará prohibi-

$$(1) M = \frac{1}{k \pm g} \left[\frac{1}{1+z} \left[\frac{d^2 l}{D} (P - p - p'v) - F \right] \pm gm - uv^2 \right]$$

$$(2) v = S \frac{D}{d^2 l} \frac{1}{u + gP}$$

por consiguiente, en una máquina ya construida serán conocidas S , D , d , l , y se tratará, ó de determinar M conociendo v , ó v conociendo M ; si lo primero, P estará determinada por la ecuacion (2), en que todo es conocido menos esta cantidad; si lo segundo, P estará dada por la ecuacion (1); ¿qué dice á esto el señor Brockmann?

Si la máquina ha de construirse, estarán dadas M y v , ó solamente para un caso general, ó para este y ademas para el caso del máximo; y entonces ¿qué diferencia encuentra el señor Brockmann entre tener una ecuacion con tres indeterminadas, ó tener dos ecuaciones con cuatro indeterminadas comunes?

Pero aun sigue el señor Brockmann mas adelante con su tema, diciendo que aun en el supuesto de concedernos que las ecuaciones (2) y (4) sean distintas en el caso general, puede dar otra demostracion ad absurdum para probar que no tenemos razon; sus palabras son estas: «Como en las dos entran seis variables, de las cuales cuatro, que son S , d , l , D , están dadas luego de construida la máquina, quedando solo dos variables M y v para dos ecuaciones, se deduciria el peregrino principio siguiente: una locomotora solo puede marchar con una carga y una velocidad. Si el señor J. S. ha viajado en camino de hierro habrá visto que esto no sucede, y abandonará una teoría que lógicamente conduce á tan absurdas consecuencias.»

El señor J. S. ha recorrido algunos millares de kilómetros por caminos de hierro y ha tenido el gusto de observar ese fenómeno, que no creia que fuese necesario caminar por caminos de hierro para conocerlo; pero tiene el sentimiento de no abandonar su teoría, porque ha observado que ademas de las variables M , v , hay otra que es P , ó sea la presión del cilindro, y por consiguiente que entre dos ecuaciones con tres variables, queda campo para que una máquina dada marche con diferentes

do recurrir á las que le han dado vida que sin remedio deben verificarse simultáneamente y tendremos que quedarnos con la oscuridad? ¿Conque esta prohibicion queda levantada cuando se trata del máximo efecto útil y entonces ya puede echarse mano de las otras?

Así lo dice el señor Brockmann, que tambien dice que son idénticas las ecuaciones (4) y (2), y que en el caso general se confunden en una sola; pero en el caso del máximo ya son dos ecuaciones distintas, y la esplicacion que dá de esta curiosa identidad y no identidad, es aun mas curiosa, á saber: en el caso del máximo u ó lo que es lo mismo P está determinado á priori, pero en el caso general, como dice el señor Brockmann, no sucede así; aun cuando nosotros no hemos dicho en nuestro primer artículo nada que se funde en que esto sea ó deje de ser, lo examinaremos ahora.

Segun nosotros, las ecuaciones capitales son:

cargas y velocidades; esto es lo que no ha observado el señor Brockmann, por lo visto, y de ahí resulta que su demostracion ad absurdum es lo que cualquiera puede conocer.

Hemos dicho poco antes que el señor Brockmann, se propuso en su primer artículo probar á priori que tenia razon al sacar de la ecuacion de Mr. Pambour consecuencias enteramente contrarias á las que este saca. Nosotros digimos en las Observaciones que no considerábamos necesario seguir al señor Brockmann en las consideraciones que hacia, porque era mas pronto probar que, siendo el supuesto en que se fundaban falso, no tenian aplicacion al caso presente; dejando al lector en la completa libertad de creer, que si el tal supuesto fuese cierto, las consideraciones y consecuencias del señor Brockmann estarian perfectamente hechas y sacadas; pero como nos invita á que le sigamos en ellas, vamos á complacerle.

En primer lugar volvemos á repetir que el supuesto en que estriban de que S y v sean constantes al mismo tiempo, es falso y sostenemos todo lo que digimos en las Observaciones sobre esto y sobre todo lo demas, pues no encontramos motivo para variar ni una sola palabra; y en segundo lugar harémos notar que en su último artículo se guarda muy bien el señor Brockmann de sostener este supuesto, y vando tormento á nuestras frases á fin de suponer que la cuestion se reduce solo á haber dicho que la velocidad es constante, para hacernos aparecer como no teniendo razon; la cuestion en esta nueva demostracion que quiere dar el señor Brockmann consiste en que él dice que S y v son constantes al mismo tiempo, atribuyendo este supuesto á Pambour; y nosotros negamos que lo haya dicho Pambour y añadimos que es imposible que eso suceda, si es que ha de variar M . Pero supongamos por un momento que S y v permanezcan constantes al

mismo tiempo; y examinemos las consideraciones que en este supuesto hace el señor Brockmann para ver si va mas acertado que en lo demas; con el objeto de escribir menos, supondremos que el lector tiene á mano el número 10 del primer año de la *Revista de Obras públicas*, y que lee todo lo que se dice desde el final de la primera columna de la página 122 hasta el final de la segunda de la página siguiente, que es lo que nosotros tendríamos que copiar aqui para hacer ver qué consideraciones hace dicho ingeniero y cómo las hace. ¿Pero no vé el Sr. Brockmann que al hacer estas consideraciones se ha olvidado de una cosa que no puede perderse de vista? ¿No vé el Sr. Brockmann que el suponer S y v constantes simultáneamente, es suponer que en la ecuacion (2) es

$$\frac{S}{v} = \frac{d^2 l}{D} (n + g P) = \text{constante?}$$

Luego resulta que si han de variar D , l , d , no podrá ser mas que de modo que no varíe el valor de la fraccion $\frac{d^2 l P'}{D}$, ($P' = n + g P$); ahora bien, es imposible

obtener este resultado haciendo variar una sola de las cantidades que entran en su composicion; por lo menos habrán de variar dos de ellas; y como el Sr. Brockmann va examinando la influencia que tendrá en la carga la variacion de cada una de ellas aisladamente, debe conocer que va por mal camino; y que no es extraño que llegue á los resultados que llega, puesto que se pone, por decirlo asi, doblemente fuera de la cuestion; 1.º suponiendo que puede variar M siendo constantes S y v , y 2.º haciendo variar una sola de las cantidades d , l , D . Si tuviera presente esta ecuacion, que nunca puede dejar de ser satisfecha, hubiera encontrado resultados muy contrarios á los que ha encontrado; y no debe perder de vista que no es esta la sola á que hay que atender para no salirse de la cuestion y divagar.

El Sr. Brockmann no se contenta con equivocarse, sino que desfigura lo que nosotros decimos; y para restablecer los hechos como son, suplicamos á los lectores que en la página 99 del número 8.º de la *Revista* de este año, hagan las siguientes rectificaciones al artículo del Sr. Brockmann; en la línea 41, el paréntesis en que se nos hace decir (que v sea constante) debe ser (que v y S sean constantes); y en las líneas 50 y 51 donde se lee, *es cierto que Mr. Pambour no dice que v sea constante, etc.*; debe leerse: *es cierto que Mr. Pambour no dice que v y S sean constantes, etc.* Rectificaciones que aun cuando no son necesarias de ningun modo para hacer ver que el Sr. Brockmann se ha equivocado en la cuestion principal, ni tampoco para hacer ver que las consideraciones á que hemos aludido poco antes, tambien son erróneas, sirven sin embargo para saber que nosotros no hemos dicho lo que se nos quiere hacer decir.

Despues de esto continúa el Sr. Brockmann al final de su segundo artículo: «Examinemos qué incompatibilidad existe entre lo que dice Pambour y el ser v constante (volvemos á decir que debe decirse v y S constantes). Segun el autor de las

Observaciones, de que d , l , D hagan variar á v en sentido contrario que á M , se deduce que v no puede ser constante; es decir, que en la funcion

$$\frac{x}{y} = f(u, z, t)$$

de cinco variables, porque las independientes z , t , u , influyan de distinto modo sobre x que sobre y , ya no tiene derecho el calculador para dar siempre que le convenga un valor determinado á x ó á y : creemos que antes de aceptar esta consecuencia, el autor de las *Observaciones* preferirá retirar la idea que emite en el párrafo que nos ocupa.»

Tan lejos está el autor de las *Observaciones* de retirar ninguna de las ideas de dicho párrafo, que va á reproducirlo íntegro para que los lectores puedan juzgar del modo que tiene el Sr. Brockmann de esquivar y desfigurar las cuestiones.

Dice dicho párrafo: «Pambour no dice en ninguna parte semejante cosa (esto es, que S , v sean constantes al mismo tiempo), ni es posible que la diga; hay mas, dice todo lo contrario, porque ¿quiere decir el conjunto de estas dos ecuaciones?

$$M = H \frac{d^2 l}{D} - H' \quad v = a \frac{u S D}{d^2 (1 + c)}$$

«Quiere decir que si varían D , l , d y permanece constante S , no puede aumentar ó disminuir M sin que disminuya ó aumente v ; ó si v es constante, sin que aumente ó disminuya S ; y si las variaciones fuesen simultáneas en D , l , d y tales que hiciesen constante el valor de v , tambien quedaria constante el valor de M , etc.»

Diganos ahora el Sr. Brockmann si en vista de este párrafo está muy bien traída su ecuacion, y atrevase á negar la exactitud mas rigurosa en todo lo que en él se dice.

Como estamos invitados á manifestar las inexactitudes del primer artículo del Sr. Brockmann por él mismo, vamos aun á decirle otra y con esta concluiremos, no porque no haya mas, sino porque si nos hubieramos de hacer cargo de todas las que tiene con las que añade en el segundo artículo, necesitaríamos escribir un libro, y todo para venir á parar á la consecuencia que ya habrán sacado nuestros lectores.

Supone este ingeniero que se le podria objetar que las máquinas destinadas á conducir grandes cargas se construyen con ruedas muy pequeñas y con émbolos de gran diámetro y gran carrera, lo que parece que se opone á la teoría que ha establecido, y segun la cual las ruedas deberian ser grandes, y los émbolos de pequeño diámetro y pequeña carrera. Y para contestar á ella dice: *que si en la aplicacion se procede asi, es porque no se trata de resolver el mismo problema que se propone Mr. Pambour; es decir, que no se supone constante la vaporizacion y la velocidad (nótense bien estas últimas palabras), y se trata de hallar la carga máxima sino etc.*; y continúa explicando el problema que supone ser el que se proponen los constructores de locomotoras; mas adelante continúa: *siendo este el problema, se ve efectivamente por la*

ecuacion general de Mr. Pambour, que la vaporizacion, y por tanto el gasto de combustible, es tanto menor para una carga dada, cuanto mayores son los valores de d y l y mas pequenos los de D . Continúa despues diciendo, que esta razon, unida tal vez á otras que no alcanza, son las que inducen á construir las máquinas de esta manera, y que por eso estraña mucho que Mr. Mathias trate de justificar las dimensiones que Sharp y Robert dan á las ruedas y al émbolo en las máquinas de mercancías, valiéndose del mismo razonamiento de Pambour, cuya inexactitud ha hecho ver el Sr. Brockmann. Dice tambien este ingeniero, que de todo lo

que ha manifestado se deduce, que aunque son erróneos los resultados de Pambour, están conformes con la práctica, porque esta se propone un problema distinto del que él ha discutido, y concluye con varias reflexiones que darian márgen á otras muchas, teniendo en cuenta todo su artículo y las consecuencias que hemos visto que arroja de sí.

Veamos lo que hay sobre este particular; la ecuacion general á que alude el Sr. Brockmann es la que nosotros hemos señalado (4) en la que se despeja el valor de S , tomando por consiguiente esta forma:

$$S = v \left[(1+z) [M(k \pm g) \pm g \cdot m + uv^2] + F + \frac{d^2 l}{D} \left(\frac{n}{q} + p + p'v \right) \right]$$

¿Podrá decirnos el Sr. Brockmann de donde deduce lo que dijo antes, á saber, que S es tanto mas pequeña cuanto mas grandes son d , l y menor D ? la ecuacion á que se refiere dá todo lo contrario, luego todo lo que se dice acerca del problema distinto del de Pambour que se proponen los constructores, etc., etc., etc., se lo llevó el viento; y eso que aqui no hay ningun signo menos, ni cosa que lo valga, que pueda ser causa de vacilaciones.

Concluamos, porque ya es fuerza concluir, como concluimos nuestras Observaciones, y como tendrá que concluir el Sr. Brockmann.

Que Pambour no ha cometido el error que se su-

pone; que en lo que á este particular hace referencia es exactísimo en sus deducciones, y que por consiguiente lo que dice el Sr. Brockmann en la introduccion de su primer artículo, de que toda obra que se escriba sobre teoria de locomotoras se crea, por decirlo asi, al publicarse una gran responsabilidad, y que puede tener funestas consecuencias si vierte ideas erróneas, etc., etc., no es á Pambour á quien puede aludir, al menos en lo que hace referencia á las cuestiones tratadas en este artículo.

25 de abril de 1854.

J. S.

PRECIOS DEL MATERIAL FIJO Y MOVIBLE

DE LOS CAMINOS DE HIERRO.

Presentamos á continuacion los precios detallados de las diferentes partes que constituyen en los ferro-carriles el material fijo y de explotacion, obtenidos directamente de las mas acreditadas y especiales fábricas de Inglaterra y Escocia, y que hemos considerado de muy grande interes para todos nuestros lectores.

Conviene observar que dichos precios solo pueden considerarse como del momento, por la tendencia á la alza que manifiesta el mercado de hierro. En efecto; los numerosos pedidos de los Estados-Unidos, de la antigua América española y de todos los paises de Europa que comienzan ó continúan sus redes de ferro-carriles, dirigidos á todas las fábricas, al par que el necesario repuesto del viejo y defectuoso material de algunas lineas inglesas que ha tiempo se viene aplazando, amenaza aquella alza. Así que es muy probable no se cumplan por algunas fábricas en los plazos prefijados, los contratos de obras que han firmado en el presente año, ó lo hagan con detrimento del material. De aqui el que la empresa constructora de la gran linea del Canadá haya decidido como mas conveniente á sus intereses montar en las inmediaciones de Liverpool una fábrica esclusivamente destinada á la construccion de las 100 locomotoras que necesita.

Consignamos con la debida separacion los precios que nos ocupan: 1.º para el material de construccion; 2.º para el fijo; 5.º para el material de

traccion; 4.º para el de transporte, y 5.º para el de las estaciones.

1.º—MATERIAL DE CONSTRUCCION.

	Rs. vn.
1000 kilogramos de carriles.	691
Carretillas de hierro, cada una, de	120 á 170
Wagones de 6 á 7 piés cuadrados de seccion horizontal, cada uno, de	1440 á 2880
Zapapicos, el kilogramo.	2,35
Palas, la docena de.	96 á 144
Cojinetes y hierro colado, cada 1000 kilogramos, de.	480 á 670

2.º—MATERIAL FIJO.

SISTEMAS DE VIA.

1.º—Via compuesta de carriles de doble T y cojinetes y traviesas segun el sistema ordinario.

	Rs. vn.
1760 traviesas de madera impregnadas de creosota, á 21,6 rs. vn. una. . .	58.016
Cojinetes: 56,5 toneladas métricas, á 520 rs. vn. una.	18.980
7000 clavijas.	2.682
5500 cuñas.	1.600
420 toneladas métricas de carriles de á 57,25 kilogramos el metro lineal, á 800 rs. vn. cada una.	96.000
Coste total por milla inglesa ó sean 1760 yardas.	157.278
Id. id. por kilómetro.	97.730