



SUMARIO

Trazado de pistas de automóviles.—Modernas formas de pago de salarios.—
Información Industrial: Modernos sistemas empleados por la industria suiza para
los trabajos de precisión.—Crónica de la Agrupación.—Bibliografía.

Trazado de pistas de automóviles

Consideraciones preliminares

Sorprenderá tal vez que en materia tan popular como el trazado de pistas para carreras de automóviles sea posible indicar algo nuevo, y la sorpresa será mayor al saber que la rutina ha imperado en los trazados de los autodromos existentes, hasta el extremo de que bien puede decirse que en esta materia todo está por hacer.

Seguro estoy de que si tuviera a la vista las memorias o descripciones que de las pistas construídas han hecho sus autores, en todas hallaría *razones técnicas*, cálculos justificativos del *perfil de los «virajes»*, de las *curvas de enlace*, de los radios..., de no sé cuántas cosas. Con seguridad que no quedarían sin mencionar las espirales hiperbólicas, las parábolas cúbicas y hasta los *paraboloides hiperbólicos*! Naturalmente que la *fuerza centrífuga* jugaría un importantísimo papel en los cálculos. Esta expresión *fuerza centrífuga* puede igualmente revelar un desconocimiento absoluto de los principios fundamentales de la Mecánica, o ser una impropiedad del lenguaje, siempre peligrosa para quien en ella incurre; y en ella incurren muchos hombres reputados de científicos. La fuerza centrífuga, dicho sea de pasada, no existe; en un movimiento curvilíneo la *fuerza* que obliga al móvil a apartarse de la trayectoria rectilínea es *centrípeta*, la *reacción* es *centrífuga*; de modo que hablar de fuerza centrífuga es confundir la acción con la reacción, lo cual constituye un delito de lesa Mecánica. Por otra parte, los términos que en correcto lenguaje deben emplearse son *fuerza axípetra* y *reacción axífuga*.

Perdónese esta ligera digresión, siempre oportuna, por tratarse de un mal bastante generalizado, y vayamos al tema:

Condiciones generales que debe reunir una pista

Las condiciones que debe reunir una pista para carreras de automóviles, pueden resumirse en dos:

a) la velocidad podrá ser constantemente la máxima que pueda desarrollar cada automóvil, sin peligro alguno de encuentro con los demás, y b) en todo momento la resultante de las acciones que obran sobre cada automóvil deberá aproximarse lo más posible a la normal a la superficie de la pista, y nunca deberá formar con ésta un ángulo igual o próximo al del rozamiento de las ruedas con el material del pavimento.

La condición a) expresa que todas las curvas que formen la pista deben presentar la concavidad hacia el interior, pues si existen contracurvas aparece el peligro del choque entre dos automóviles. Esto se comprende fácilmente considerando una curva y una contracurva seguidas, estas dos curvas presentan peraltes opuestos, una a la derecha y la otra a la izquierda; los coches más rápidos marcharán por el lado derecho—por ejemplo—de la curva, pero en la contracurva deberán marchar por el lado izquierdo, que es donde debe hallarse el peralte; por consiguiente, deberán cruzar la pista en todo su ancho, cortando el paso a los coches de menor velocidad. Una pista con curvas y contracurvas sólo permite correr con seguridad a un solo coche, o bien obliga a restringir la velocidad para evitar accidentes, no permitiendo que unos coches pasen a otros en la región de la contracurva, desde la salida de la curva anterior hasta la entrada de la siguiente. Esta consecuencia habla muy poco en favor de los autodromos de Brooklands y de Sitges. (Figs. 1 y 2).

Esta condición a), en lo que se refiere al sentido de las curvas, puede enunciarse diciendo que la suma de los ángulos en el centro de todas las curvas que constituyan el trazado de la pista, debe valer cuatro ángulos rectos.

Número de corredores

La condición a) combinada con la b) debe servir para fijar el ancho de la pista, según veremos después. Desde luego, que en el ancho de una

pista debe influir el número de coches que deban correr a la vez, pero el factor esencial para fijar el número máximo de automóviles que deben correr a la vez en una pista es la longitud de la misma, combinada con la velocidad media de los au-

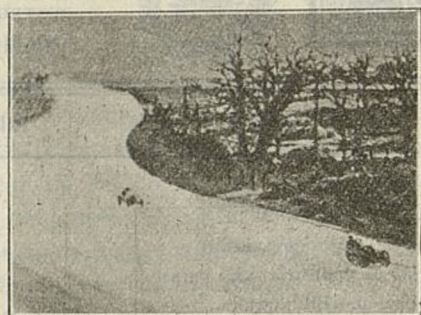


Fig. 1

tomóviles. El número de corredores debe crecer con la longitud de la pista y disminuir con la velocidad. La fórmula

$$N = K \frac{L}{V}$$

puede expresar este número. Si L viene medido en km. y V en km. p. h., se puede prudencialmente aceptar para K el valor 200. De modo que en una pista de 2 km. de desarrollo, si la velocidad media que se espera es de 150 km. p. h., podrán correr a lo sumo

$$N = 200 \times \frac{2}{150} = 3 \text{ corredores (por exceso)}$$

tiempo medio que separa a un corredor del que le precede o le sigue es de 18 s. El admitir para K un valor superior a 200 se traducirá siempre en un aumento de peligro para los corredores.

De no reunir la pista condiciones excepcionales, según veremos después, su ancho influirá siempre poco en el número de coches que puedan correr simultáneamente sin peligro. En una pista bien establecida, que permita progresar por los virajes a n coches al mismo tiempo y con la misma velocidad, el número de corredores calculado podrá multiplicarse por n .

Estudio del perfil transversal

La pista se compone de trozos rectos y curvos. En las rectas el perfil transversal debe ser una horizontal, o mejor, una recta de ligera inclinación hacia el interior, para evitar que las aguas de lluvia se estanquen sobre la pista y para facilitar la entrada a las curvas, de lo cual trataremos más adelante.

En las curvas, la inclinación transversal de la pista debe ser variable, a fin de permitir todas las velocidades posibles. Hasta el día parece ser un límite la velocidad de 200 km. p. h.; pero nada nos obliga a admitir semejante límite, y por otra parte conviene tener presente el peligro que supondría para el público estacionado en el exterior de las curvas una falsa maniobra, la rotura de la dirección o el reventón de un neumático, u otro accidente que pudiera motivar que un coche se saliera de la pista. Esto puede remediarse impidiendo que el público se sitúe en la parte exterior

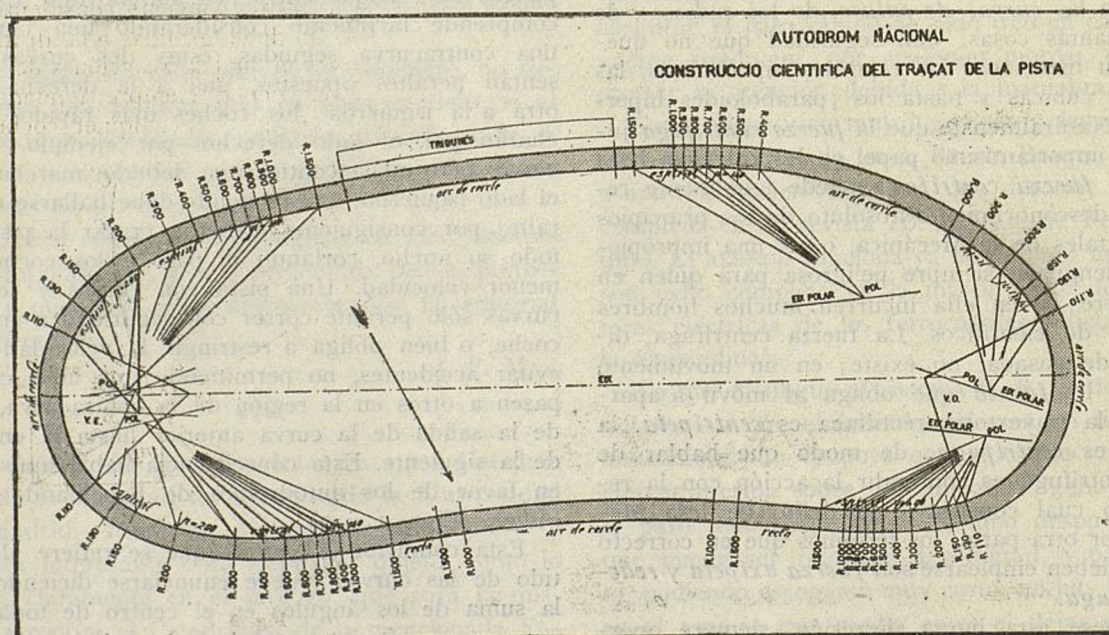


Fig. 2

Obsérvese que la constante K representa la inversa de un tiempo, y este tiempo es el que emplearía cada automóvil en recorrer la distancia que le separa del siguiente, estando igualmente distribuidos en la pista. Para el valor $K=200$, el

de las curvas, pero también tiene el remedio de adoptar un perfil que termine en una inclinación vertical; este perfil permitirá todas las velocidades imaginables con completa seguridad.

Para atender a todas las velocidades posibles, el

perfil debería empezar por una horizontal en el lado interior; pero esto es perfectamente inútil, por cuanto el rozamiento permite a un coche sostenerse sobre una superficie inclinada, aunque se halle parado.

En resumen, el perfil transversal de la pista en las curvas debe presentar todas las inclinaciones, desde cierto límite inferior hasta la vertical. La inclinación del lado interior viene determinada por el coeficiente de rozamiento; admitiendo que este coeficiente tenga el valor 0'5 (en realidad suele ser 0'65), y adoptando la mitad del mismo como tangente del ángulo límite que la resultante de todas las acciones que obran sobre el coche en cualquier instante, debe formar con la normal al suelo en el punto de contacto con las ruedas, tendremos así elementos suficientes para definir el perfil transversal.

La pista debe permitir que en cualquier momento progresen por lo menos cuatro coches, uno al lado del otro, con la misma velocidad, sin peligro de deslizarse. En estas condiciones es suficiente que la separación de los planos medios de los coches extremos sea de 12 metros, pues aunque el ancho de los coches llegue a ser de 2 m., la separación entre los mismos será de 2 m., la cual es suficiente.

A una tangente de 0'25 corresponde un ángulo de $14^{\circ} 3'$; admitiendo un ángulo de 15° para mayor facilidad, resulta que el perfil transversal debe estar formado por una curva tal, que para una cuerda de 6 m. el ángulo de las normales sea constante e igual a 15° . Esta curva no es otra que un arco de circunferencia. El radio de esta circunferencia se deduce de la igualdad (fig. 3).

$$R \sin \frac{1}{2} 15^{\circ} = 3 \text{ m.}$$

de donde

$$R = \frac{3}{0'1305} = 23 \text{ m.}$$

Este perfil transversal corresponde al radio mínimo aceptable que conviene definir en este lugar.

Radio mínimo

El radio mínimo de las curvas no tiene limitación teórica; pero existe un límite práctico, más allá del cual no es prudente descender. Este límite práctico viene fijado por la presión de las ruedas contra el suelo; esta presión para grandes velocidades y radios reducidos puede alcanzar valores exagerados que los neumáticos no podrían soportar.

Admitamos que la presión máxima de las ruedas contra la pista pueda ser el doble de la presión normal. Esto equivale a admitir la igualdad (fig. 3).

$$\sqrt{\left(\frac{mv^2}{\rho}\right)^2 + (mg)^2} = 2mg$$

$$\text{o bien } \frac{v^4}{\rho^2} + g^2 = 4g^2, \quad \text{de donde } \rho^2 = \frac{v^4}{3g^2}$$

$$\text{o sea } \rho = \frac{v^2}{\sqrt{3}g}$$

Si la velocidad límite es de 60 m. p. s. (216 kilómetros p. h.), resulta:

$$\rho = \frac{60^2}{1'732 \times 9'81} = \frac{3600}{16'99} = 212 \text{ m.}$$

Por consiguiente, en toda pista con radios inferiores a 212 m., las velocidades no deberán alcanzar a 216 km. p. h. de no imponer a los neumáticos esfuerzos excesivos, que serán un motivo constante de peligro para los corredores y de descrédito para los fabricantes.

El autodromo nacional de Sitges tiene curvas con radio de 110 m. El autor del proyecto dice: «Así es que sabemos que en nuestro autodromo pueden desarrollarse fácilmente velocidades algo mayores, de 200 km.». Admitiendo la velocidad de 200 km. p. h., que equivale a 55'6 m. p. s., el valor de la reacción normal será:

$$R = m \sqrt{\frac{55'6^4}{110^2} + 9'81^2} = mg \sqrt{8'20} = 2'86 mg$$

Por consiguiente, la presión de las ruedas contra la pista debe ser 2'86 veces mayor que la normal; así, un coche de 1,000 kg. de peso, pesará en las curvas 2,860 kg., lo cual es a todas luces exagerado.

Ancho de la pista

El ancho de la pista puede ahora deducirse con facilidad. En primer lugar, conviene considerar que el perfil transversal no debe terminar a la altura del punto B (fig. 3), para el cual la reacción vale $2mg$, pues los conductores tienen siempre tendencia a remontarse por los peraltes, y cualquier coche, en

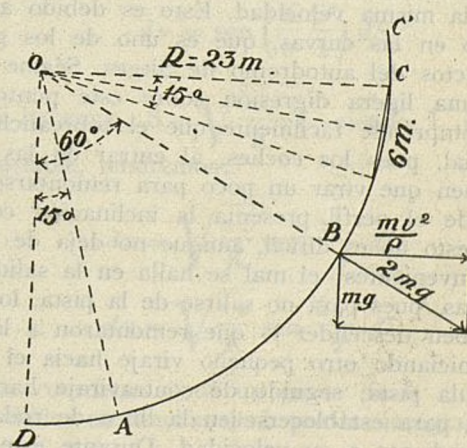


Fig. 3

virtud del rozamiento, podría remontarse 15° sobre el punto B sin inconveniente alguno.

El ángulo DOB viene determinado por la igualdad

$$2 \cos \text{DOB} = 1 \quad \text{o sea} \quad \cos \text{DOB} = \frac{1}{2},$$

de donde

$$\text{DOB} = 60^\circ$$

Como el arco DA resulta inútil por la poca inclinación que presenta, tendremos un perfil que empieza en el punto A y termina 15° más arriba de B .

Pero, según quedó dicho, la pista debe permitir todas las velocidades imaginables, y el perfil debe prolongarse hasta el punto C , donde la tangente es vertical, y hasta un poco más arriba (C') con inclinación hacia el interior, por vía de seguridad. Todo coche que llevase velocidad superior a 216 km. p. h., daría lugar a presiones contra las ruedas, mayores del doble de la presión normal, de modo que debería ir equipado con neumáticos reforzados. Por lo demás, nada impide que la velocidad exceda del límite admitido.

La sección transversal queda así constituida por el arco AC de 75° , mas la prolongación CC' , que puede ser de $7^\circ 30'$. El ancho de la pista, que debe ser constante en toda la longitud de la misma, resulta así igual a la proyección horizontal del arco AC , o sea

$$\begin{aligned}\text{Ancho de la pista} &= 23 (1 - \cos 75^\circ) = 23 (1 - 0.2588) \\ &= 17.05 \text{ m.}\end{aligned}$$

Con este ancho de pista podrán marchar hasta cuatro coches con la misma velocidad, uno al lado del otro, sin peligro de chocar o de patinar.

Inconvenientes del sobreancho

El autodromo nacional de Sitges tiene 18 m. de ancho en las rectas (y 22 m. en las curvas, «a fin de dar lugar a la mayor proporcionalidad de las superficies para diferentes velocidades»), y a pesar de este ancho, difícilmente pueden progresar al mismo tiempo por las curvas tres coches animados de la misma velocidad. Esto es debido al sobreancho en las curvas, que es uno de los grandes defectos del autodromo de Sitges. Séame permitida una ligera digresión sobre este punto.

Se comprende fácilmente que el sobreancho es perjudicial, pues los coches, al entrar en las curvas, tienen que virar un poco para remontarse hacia donde el perfil presenta la inclinación conveniente; esto no es difícil, aunque no deja de tener sus inconvenientes; el mal se halla en la salida de las curvas, pues para no salirse de la pista, los coches deben descender lo que remontaron a la entrada, iniciando otro pequeño viraje hacia el interior de la pista, seguido de contraviraje hacia el exterior, para establecerse en la línea de rodadura correspondiente a su velocidad. Durante este contraviraje el peralte es negativo y pronunciado, y esta es la causa del peligro. Además, téngase en cuenta que los conductores tienden a establecer sus coches por fuera de la línea de rodadura que correspondería a su velocidad; esta tendencia proviene de que así se tiene la sensación de que el coche no va a patinar hacia fuera; de modo que, en las curvas, los coches se aproximan más de lo

debido al borde exterior de la pista, y esto agrava el contraviraje de la salida.

Curvas de enlace

Los tramos rectos deben enlazarse con los curvos por medio de curvas de acuerdo de curvatura progresiva. Las curvas de enlace están justificadas por las siguientes razones: *a)* por constituir en su conjunto la superficie de enlace de los tramos rectos con los curvos; *b)* por permitir que el conductor de un coche accione con suavidad el volante de la dirección al entrar en las curvas, pues de otro modo se debería actuar sobre la dirección de una manera casi instantánea y en el preciso momento de entrar en la curva, lo cual es prácticamente muy difícil y tiene graves inconvenientes; *c)* porque, aun suponiendo que se haga girar al volante con toda rapidez, esto requiere cierto tiempo, durante el cual el coche describe una curva de curvatura progresiva; *d)* porque estas curvas de enlace permiten cierta holgura en la conducción, no obligando al conductor a accionar el volante en el momento preciso de entrar en la curva; *e)* porque si se hace girar rápidamente el volante de un automóvil, éste puede patinar cuando su velocidad es relativamente grande, y *f)* porque en las curvas de enlace el peso aparente del coche varía de una manera suave.

La última razón es de gran importancia y debe servir de base para el establecimiento de las curvas de enlace. Un coche, animado de una velocidad de 216 km. p. h. experimentaría una variación brusca de peso aparente, del simple al doble, al entrar en una curva de 212 m. de radio.

El autodromo nacional de Sitges tiene, de estar construido con arreglo al proyecto, curvas espirales de enlace; mas estos enlaces son tan cortos, que a la simple vista no se notan. Aun en el caso de existir enlaces, nos encontramos en el viraje N.E. de 110 m. de radio, con una curva de entrada de 130 m. de desarrollo. A la velocidad de 200 km. por hora, esta curva de entrada se recorre en 2.34 segundos, de modo que en este tiempo el peso aparente del coche aumenta hasta 2.86 veces su valor ordinario; mas como al principio la curvatura disminuye con mayor lentitud, y además el conductor no se da cuenta de la entrada de la curva hasta que a simple vista nota que la pista se aparta de la recta, resulta que, en realidad, esta entrada es más brusca, y probablemente no excederá de un segundo el tiempo que el conductor invierte en recorrer la curva de entrada que hace describir a su coche, aproximándose en lo posible a la curvatura de la pista. En una pista de 18 m. de ancho se confunde con una recta, para los efectos de la conducción de un coche, un trozo de curva de 1,000 m. de radio que tenga 100 m. de longitud.

Como este enlace del autodromo nacional es el más brusco, los corredores han preferido circular en sentido contrario a las agujas de un reloj, para tomarlo como entrada de la curva, ya que la sensación de pérdida de peso que se experimenta a la

salida de una curva es más desagradable que la de aumento a la entrada. Este efecto viene, por supuesto, complicado con el del contraviraje necesario a la salida de las curvas a causa del sobreancho.

Las consideraciones anteriores habrán convenido al lector de que en una pista para automóviles las curvas de enlace deben ser de gran desarrollo, pecando siempre por exceso antes que por defecto.

Radioide de los arcos

Fácil es ahora comprender que las curvas de enlace deben quedar definidas por la variación de curvatura por segundo. Es decir, supuesto un coche en movimiento por la recta, de radio de curvatura infinito, o sea de curvatura cero, la curvatura, $\frac{1}{R}$, debe aumentar de una manera uniforme, en razón del arco recorrido; y como el movimiento es uniforme, resulta que la curvatura debe aumentar proporcionalmente al tiempo.

La anterior condición de las curvas de enlace excluye toda otra hipótesis que se pudiera hacer para escoger estas curvas. La curva cuya curvatura aumenta proporcionalmente al arco recorrido es la *radioide de los arcos*, y esta es la única curva del género espiral que resuelve perfectamente el problema; esta curva es conocida también por *espiral de Cornu* y se estudia especialmente en la teoría de la difracción de la luz, en donde juega un importante papel. (Véase «Précis d'Optique», por Paul Drude, completado por Marcel Bol, tomo I, pág. 260).

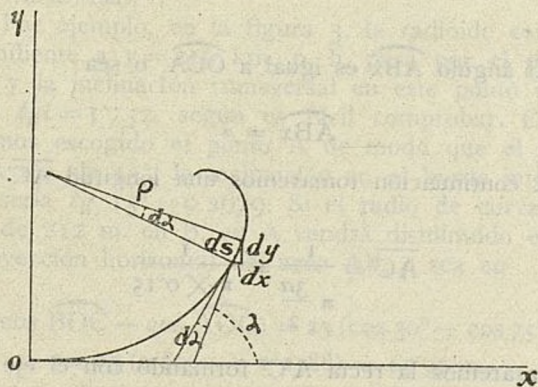


Fig. 4

La generación de la radioide de los arcos no puede ser más sencilla. En el triángulo infinitesimal (fig. 4), que tiene por hipotenusa dS y por catetos dx , dy , se tiene

$$\begin{aligned} dx &= \cos \alpha \, dS \\ dy &= \sin \alpha \, dS \end{aligned}$$

siendo α el ángulo que la tangente a la curva forma con el eje de las x .

Por otra parte,

$$\rho \, d\alpha = dS$$

y como la curvatura debe ser proporcional al tiempo, o lo que es igual, al arco recorrido, tendremos

$$\frac{1}{\rho} = Kt = \frac{K}{v} S = \frac{d\alpha}{dS}$$

de donde

$$d\alpha = \frac{K}{v} S \, dS$$

o sea:

$$\alpha = \frac{K}{v} \frac{S^2}{2}$$

pues la curva es tangente en el origen al eje de las x .

La constante K viene definida por las condiciones del problema. Supongamos, por ejemplo, que la curva de enlace debe ser tal, que al cabo de diez segundos el radio de curvatura pase de infinito a 212 m. Si la velocidad es de 60 m. p. s., lo anterior equivale a decir que para un desarrollo de $60 \times 10 = 600$ m., el radio debe descender a 212 m. Tendremos así:

$$\frac{1}{212} = \frac{K}{60} 600 = 10K (= Kt);$$

luego

$$K = \frac{1}{2120}$$

En general, si el radio mínimo debe ser ρ y la curva de enlace debe tener un desarrollo L , tal que $\frac{L}{v} = t$; se tendrá

$$\frac{1}{\rho} = \frac{KL}{v}; \quad \text{de donde} \quad K = \frac{v}{\rho L}$$

Si se substituye el valor de α en las expresiones de dx y dy , se tiene:

$$dx = \cos \left(\frac{K}{v} \frac{S^2}{2} \right) dS$$

$$dy = \sin \left(\frac{K}{v} \frac{S^2}{2} \right) dS$$

Si hacemos $S = \sqrt{\frac{\pi v}{K}} L$, siendo L una nueva variable, tendremos:

$$dx = \sqrt{\frac{\pi v}{K}} \cos \frac{\pi L^2}{2} dL$$

$$dy = \sqrt{\frac{\pi v}{K}} \sin \frac{\pi L^2}{2} dL$$

Las coordenadas de un punto de la curva vendrán dadas en función de L por las integrales.

$$x = \sqrt{\frac{\pi v}{K}} \int_0^L \cos \frac{\pi L^2}{2} dL = \sqrt{\frac{\pi v}{K}} G_0^L$$

$$y = \sqrt{\frac{\pi v}{K}} \int_0^L \sin \frac{\pi L^2}{2} dL = \sqrt{\frac{\pi v}{K}} F_0^L$$

Las integrales F y G son conocidas con el nombre de *integrales de Fresnel*, y existen tablas de las mismas que permiten efectuar los cálculos con rapidez. (Véase esta tabla en la obra de Drude mencionada, p. 266).

En el caso de ser $L=S$, o sea $\sqrt{\frac{\pi v}{K}} = 1$, resulta la curva de Cornu, representada en la figura 5. Esta curva consta de dos ramas simétricas, con los puntos asintóticos F F' de coordenadas $x=0.5$, $y=0.5$, y $x'=-0.5$, $y'=-0.5$. La longitud dS de un elemento de curva vale

$$dS = \sqrt{dx^2 + dy^2} = \sqrt{\cos^2 \frac{\pi L^2}{2} dL^2 + \sin^2 \frac{\pi L^2}{2} dL^2} = dL$$

lo cual era evidente, puesto que $L=S$.

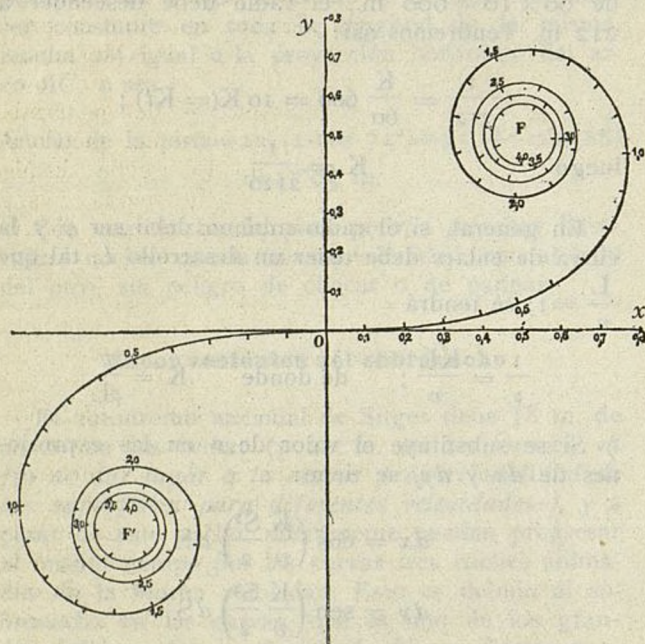


Fig. 5

El ángulo α que la tangente a la curva forma con el eje de las x , viene dado por

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} \frac{\pi L^2}{2}, \quad \text{o sea} \quad \alpha = \frac{\pi L^2}{2}$$

En el origen, la curva es paralela al eje de las x , pues $L=0$ y $\alpha=0$. Para $L^2=1$, $\alpha=\frac{\pi}{2}$; la curva es paralela al eje de las y . Para $L^2=2$, $\alpha=\pi$; la curva es de nuevo paralela al eje de las x . Etc.

El radio de curvatura en un punto cualquiera de la curva se deduce de la expresión $\alpha = \frac{\pi L^2}{2}$. Diferenciando se tiene $d\alpha = \pi L dL$; de donde

$$\frac{dL}{d\alpha} = \rho = \frac{1}{\pi L}$$

Para $L=0$ $\rho=\infty$; a medida que L aumenta ρ disminuye.

La curva de Cornu puede construirse de la manera siguiente (fig. 6): Consideraremos la curva dividida en arcos pequeños de circunferencia, de longitud $a=0.1$, por ejemplo; y admitiremos que a lo largo del arco $OA=a$, el radio de curvatura ρ es constante e igual al correspondiente al punto medio m de OA . Tomaremos sobre el eje de las y una longitud $OC = \rho = \frac{1}{\pi L}$, y como $L = \frac{a}{2}$

$\rho = \frac{1}{\pi a} = \frac{1}{\pi \times 0.05}$. Trazaremos la recta CA formando el ángulo $OCA = \alpha = \frac{\pi a^2}{2}$, y describiremos el arco OA , cuya longitud es

$$\rho \alpha = \frac{2}{\pi a} \times \frac{\pi a^2}{2} = a.$$

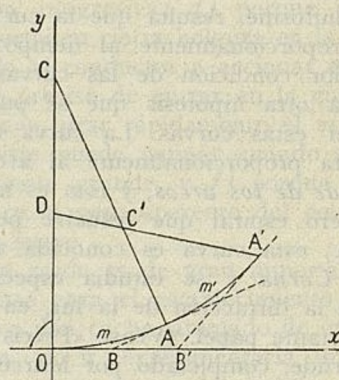


Fig. 6

El ángulo \widehat{ABx} es igual a \widehat{OCA} , o sea

$$\widehat{ABx} = \alpha$$

A continuación tomaremos una longitud $\overline{AC'}$ tal que

$$\overline{AC'} = \frac{1}{\pi \frac{3a}{2}} = \frac{1}{\pi \times 0.15}$$

y trazaremos la recta $A'C'$ formando con el eje de las y un ángulo.

$$\widehat{A'DO} = \alpha = \frac{\pi L^2}{2} = \frac{\pi (2a)^2}{2}$$

El ángulo $\widehat{A'C'A}$ vale

$$\widehat{A'C'A} = \widehat{A'DO} - \widehat{ACO} = \frac{\pi 4a^2}{2} - \frac{\pi a^2}{2} = \frac{3\pi a^2}{2}$$

y el arco AA' valdrá

$$\widehat{AA'} = \rho \alpha = \overline{AC'} \times \widehat{A'C'A} = \frac{1}{\pi \frac{3a}{2}} \times \frac{3\pi a^2}{2} = a$$

Continuando la construcción se obtiene la curva representada en la figura 5.

Para terminar este somero estudio de curva tan importante, diré que la radioide de los arcos debe desterrar por completo el empleo de otras curvas de enlace en el trazado de vías férreas.

Superficie de enlace

Hemos deducido la sección transversal de la pista en el vértice de la curva, y la forma de la rama de enlace entre la recta y la curva. Bastará ahora considerar una serie de perfiles transversales, constituidos por arcos de circunferencia de radio decreciente, desde el punto de tangencia origen de la radioide hasta el vértice de la curva, en donde el radio del perfil transversal es de 23 m., según quedó calculado para el caso particular estudiado.

De modo que en la tangente de entrada el perfil transversal es una recta; a medida que avanzamos por la radioide, el radio de curvatura de ésta disminuye y, por consiguiente, debe aumentar la inclinación del perfil transversal para conseguir que la reacción sea normal al suelo en todos los puntos. La inclinación transversal en cada punto de la radioide viene dada por la expresión.

$$\operatorname{tg} i = \frac{\frac{mv^2}{\rho}}{mg} = \frac{v^2}{\rho g}$$

Considerando las dos velocidades máxima y mínima, tendremos en las radioides correspondientes las inclinaciones transversales de la pista, con lo cual podremos trazar el arco completo de cada perfil transversal.

Por ejemplo, en la figura 3, la radioide correspondiente a $v=216$ km. p. h. pasa por el punto B, y la inclinación transversal en este punto debe ser $\operatorname{tg} i = 1'732$, según es fácil comprobar. Como hemos escogido el punto A de modo que el arco DA sea de 15° , la inclinación en el borde interior A sería $\operatorname{tg} 15^\circ = 0'2679$. Si el radio de curvatura es de 212 m. en B, en A vendrá disminuido en la proyección horizontal del arco AB, o sea en

$$R(\cos \widehat{BOC} - \cos \widehat{AOC}) = 23(\cos 30^\circ - \cos 75^\circ) = 23(0'8660 - 0'2588) = 13'97 \text{ m.}$$

De modo que el radio de curvatura en A será

$$212 - 13'97 = 198'03 \text{ m. (198 m.).}$$

En la igualdad

$$\operatorname{tg} i = \frac{v^2}{\rho g}$$

conocemos los valores de $\operatorname{tg} i$ y de ρ , por consiguiente, podremos calcular v . Resultando

$$v = \sqrt{198 \times 9'81 \times 0'2679} = 22'8 \text{ m. p. s.}$$

De modo que la velocidad límite inferior será en este caso de $3'6 \times 22'8 = 82'080$ km. p. h.

Esto no quiere decir que no pueden correr coches con velocidad inferior. Los coches que vayan por el lado interior de la pista con menor velocidad que la mínima calculada, se sostendrán perfectamente por el rozamiento, ya que éste les permitirá sostenerse hasta parados.

En otro perfil transversal calcularíamos las inclinaciones correspondientes a los puntos análogos a B' y a A en las radioides de las velocidades 216 y 82'08 km. p. h., y conocidas estas inclinaciones podríamos trazar el arco del perfil transversal. El conjunto de estos perfiles transversales define la superficie de acuerdo.

Si hubiéramos aceptado una pista con el lado interior horizontal, los perfiles transversales estarían determinados por la sola condición de su inclinación $\operatorname{tg} i$ en el punto de la radioide de velocidad máxima.

El arco BC' prolongación de AB en la figura 3 se puede establecer en cada perfil transversal de modo que el ancho de la pista sea constante en proyección horizontal. De modo que si la distancia horizontal entre los puntos B y C es de tres metros todos los perfiles transversales deben terminar a los tres metros de distancia del punto B hacia el exterior. El sobrealto CC' debe disminuir, a medida que el punto C descienda, hasta anularse. Este sobrealto permitiría realizar ejercicios de acrobacia automovilística a los conductores expertos.

El Autódromo ideal

La pista descrita y definida en las consideraciones anteriores, si bien respondería prácticamente a su objeto, no deja de presentar algunos inconvenientes, aunque sean de pequeña importancia.

Si hemos convenido en definir las curvas de enlace por la variación de curvatura por segundo, más claro, si hemos convenido en que las curvas de enlace sean de 10 segundos para descender a un radio de 212 metros, deberemos aplicar el mismo criterio para las velocidades inferiores a 216 km. p. h., a fin de que el tiempo invertido en recorrer la curva de enlace sea el mismo para cualquier velocidad. Por consiguiente, si la curva de enlace tiene 600 m. de desarrollo para 60 m. p. s., la curva de enlace correspondiente a la velocidad mínima calculada, de 22'8 m. p. s., deberá tener 228 m. de desarrollo.

Mas no es esto sólo: los coches, al remontarse por los peraltes, pierden velocidad, es decir, a la entrada de las curvas los coches ascienden por una rampa, lo cual les hace perder velocidad, y pierden tanta más velocidad cuanto más deben remontarse, es decir, cuanto mayor es su velocidad media. El efecto de esta rampa debe ser una disminución del desarrollo de la radioide de acuerdo.

Por consiguiente, la superficie de enlace vendrá definida por un conjunto de curvas que serán radioides en proyección horizontal; estas radioides tienen su origen en puntos distintos, de modo que los tiempos invertidos en describirlas sean los

mismos para todos los coches de velocidades intermedias entre 22'8 y 60 m. p. s. La sección transversal de la pista deja de ser un arco de circunferencia; en el principio, cuando el perfil transversal se halla entre los orígenes de las radioides extremas, la sección está compuesta de un trozo recto en el lado interior (donde aún no han empezado las radioides) y un trozo curvo en el lado exterior. Cuando ya el perfil transversal corresponde a la región curva, la sección transversal es una curva envolvente de sus tangentes definidas en proyección horizontal por los intervalos entre las radioides sucesivas, y por sus inclinaciones expresadas por la igualdad

$$\operatorname{tg} i = \frac{v^2}{pg}$$

Esta pista, aunque no pueda definirse por ecuaciones, puede ser establecida por medio de construcciones gráficas auxiliadas por el cálculo. No hemos terminado aún con la exposición de las complicaciones del problema. En el autodromo ideal las curvas de salida no deben ser iguales a las de entrada; la razón de esto estriba en que a la salida de las curvas los coches deben descender tanto como ascendieron a la entrada, y esto se traduce en un aumento de velocidad que debe motivar un aumento de longitud de las curvas de enlace.

Por último, el autodromo ideal debería estar constituido en planta por dos alineaciones paralelas, enlazadas por radioides exclusivamente, sin que existiera trozo alguno circular en el centro de las curvas; el radio de curvatura en el centro de las curvas debería ser por lo menos el mínimo calculado. Las dos rectas de la pista deberían ser horizontales. El problema se complica extraordinariamente si las curvas tienen alguna inclinación, aunque siempre puede hallarse la solución. Desde luego que si la pista debe tener cambios de rasante, éstos sólo deben admitirse en las rectas y se debe procurar por todos los medios que las curvas sean horizontales, es decir, que la curva del lado interior de la pista se halle en un plano horizontal.

Breves consideraciones sobre las secciones de las principales pistas del mundo

Ninguna pista construída termina en los peraltes con un trozo vertical, a excepción de la de Cincinatti; esta pista, sin embargo, tiene los peraltes casi rectilíneos, como casi todos los autodromos americanos, y el acuerdo entre la parte vertical y la inclinada es muy brusco. Los autodromos de Glostrup, Cranston, Twin City, Cincinatti, Indianópolis y Chicago, tienen peraltes rectilíneos, inadecuados para desarrollar grandes velocidades.

Los autodromos de Midland, Milano Lago y Nueva York, tienen peraltes curvos que parecen bien estudiados, especialmente los dos primeros; pero con seguridad no permiten hacer las velocidades máximas a que se ha llegado con el automóvil. El autodromo de Brooklands tiene peraltes curvos, pero sobre no permitir las grandes velocidades como los anteriores, presenta en su trazado horizontal una contracurva, lo mismo que nuestro autodromo nacional.

Detalles complementarios

En ninguna pista de automóviles regularmente establecida debe prescindirse de un detalle, secundario, si se quiere, pero de gran importancia para los corredores. Consiste ello en pintar sobre la pista líneas que indiquen las velocidades a que deben ser recorridas; de este modo cada conductor procurará seguir la ruta correspondiente a su velocidad, que puede leer en todo momento en su taxímetro.

Otro detalle, que tampoco está falto de importancia, se refiere a la homologación de los resultados de una carrera. Los corredores que han desarrollado mayor velocidad, han recorrido indiscutiblemente un camino más largo que los de velocidad inferior, no obstante haber dado las mismas vueltas. En el autodromo de Sitges, la línea de 2 kilómetros de desarrollo se halla como a 2 m. del borde interior de la pista; como el ancho es de 18 m., resulta, prescindiendo del efecto de la contracurva, que el desarrollo de la línea exterior es

$$2 \pi (18 - 2) = 100'48 \text{ m.}$$

mayor que el de la interior.

Lo cual, en 2 km. equivale al 5 por 100 de aumento de longitud, que no tiene nada de despreciable. Esto quiere decir que en el autodromo de Sitges los coches primeros en una carrera pueden haber recorrido en realidad una distancia del 3 al 4 por 100 mayor que la supuesta.

Otro detalle de importancia se refiere al cronometraje y a la cuenta de las vueltas. De no existir un aparato que automáticamente registre los tiempos y las vueltas, son posibles los errores, principalmente en la cuenta de las vueltas. No me voy a extender en estos pormenores, y me limitaré a encomiar de nuevo el empleo del aparato que describí en el número de *TECNICA* correspondiente al mes de Julio del año pasado, en el trabajo que llevaba por título «El fotocronógrafo.—Un invento más».

(Escrito para *TECNICA* y para «España Automóvil y Aeronáutica»).

SIXTO OCAMPO.

Barcelona, Julio, 1924.

Modernas formas de pago de salarios

Todos los que hemos tenido ocasión de intervenir en la dirección de trabajos, hemos podido apreciar los inconvenientes que presenta el pago de salarios a base de jornadas, es decir, a base única y exclusivamente de la permanencia del obrero en el taller o centro de labor.

Tal sistema no lleva al obrero ninguna emulación, no distinguiendo entre el hábil y el inepto, entre el laborioso y el perezoso y obliga a ejercer sobre él una vigilancia que en muchos casos resulta odiosa y dando lugar a que por parte de algunos se busque la simpatía de los contra maestres o encargados en forma que nada gana la producción.

Obrero que bajo una emulación podría rendir una utilidad, bajo tal sistema se convierte en una rémora para la marcha del trabajo.

Aceptado unánimemente tales consecuencias, se han buscado fórmulas que subsanaran tales defectos, y como en los momentos actuales el egoísmo rige el mundo y son despreciados todos los estímulos de orden moral, se ha procurado dar con procedimientos que coloquen al obrero en situación de poderse procurar un beneficio material a base de un aumento de rendimiento que recompense al patrono del mayor desembolso que tenga que realizar.

Tal vez el primero que de una manera científica ha establecido los principios sobre estos extremos ha sido Taylor, al declarar que los cuatro principios que deben regir el trabajo son los siguientes: Determinación de una tarea a realizar por cada obrero; asegurar al mismo un salario elevado en caso de cumplir; infligirle una pérdida en caso contrario, y por fin analizar seriamente las condiciones del trabajo y determinar de una manera exacta el tiempo necesario para cada operación.

El trabajo a destajo o por piezas satisface a tales condiciones, no cabiendo duda que es el mejor sistema que pueda adoptarse cuando la índole del trabajo lo permite, que no es siempre ni mucho menos, pues si no existen piezas en número suficiente de una misma serie, no tiene aplicación, y además requiere la existencia de un número de obreros lo bastante grande para que sea factible de una parte que unos emulados por los mayores salarios se entreguen de lleno a la mayor producción y que los restantes abandonen la tarea para la que no demuestran condiciones. Para la producción en grandes series es el procedimiento ideal.

Pero cuando por la naturaleza del trabajo no es posible la aplicación, se han ideado otros procedimientos, como por ejemplo señalar al obrero un jornal fijo, algo más bajo que el corriente en la localidad y sobre el mismo aplicar una prima proporcional al número de piezas obtenidas.

Muchas son las combinaciones ideadas, las que no describiremos por no dar excesiva extensión a las presentes líneas y por no pretender otra cosa que presentar los procedimientos adoptados modernamente cuando se trata de trabajos unitarios.

Son tales trabajos aquellos en los que más dificultades se presentan para la aplicación de los principios de Taylor.

La fórmula más antigua y que más se ha usado hasta hace poco, es la del trabajo a destajo: en lugar de pagar una cantidad por día de labor, se paga una cantidad alzada al terminar la misma, que se fija de antemano, teniendo en cuenta las condiciones de la misma comparándolas con otros trabajos semejantes.

Esta fórmula simplista hoy no puede ser aceptada. Unánimemente la rechazan los obreros por cuanto todo error de apreciación repercute directamente sobre ellos. Por otra parte, dá lugar a abusos que no vamos a detallar por lo conocidos.

Precisa adoptar un procedimiento que permita al obrero aumentar su salario a medida que mayor sea la economía de tiempo que consiga: el más sencillo es el de dividir este tiempo entre patrono y obrero, según una proporción fijada de antemano, por ejemplo, por mitad; tal vez el más científico y que más se adapta a la realidad es el sistema Rowan, cuya fórmula consiste en satisfacer al obrero una cantidad fija por hora efectiva de trabajo y además una prima calculada en razón de la economía de tiempo conseguida por el mismo.

Supongamos que S es el salario real total ganado por el obrero.

s el salario real horario.

s_0 el salario de base horaria.

s_1 La prima por hora auxiliar, igual o no a s_0 .

T El tiempo previsto para la ejecución del trabajo.

t El tiempo realmente empleado.

Tendremos calculada la prima por la siguiente fórmula:

$$P = (T - t) \frac{t}{T} s_1$$

que pueda convertirse en

$$P = s_1 t \left(\frac{T - t}{T} \right)$$

es decir que para obtener la prima total multiplicaremos la prima por hora por la duración real del trabajo y por el cociente de dividir por el tiempo previsto la economía de tiempo realizada.

El salario real total será:

$$S = s_0 t + s_1 t \left(\frac{T - t}{T} \right)$$

y el salario real horario

$$s = s_0 + s_1 \left(\frac{T - t}{T} \right)$$

Antes de pasar adelante explicaremos un caso práctico:

Supongamos que se trata de realizar un trabajo para el que se considera que son precisas 64 horas; habiéndose convenido en que la prima horaria es de 1,05 pesetas y la prima por economía de tiempo 1,45 pesetas, realizado el trabajo resulta que el obrero ha empleado 40 horas y que, por tanto, ha economizado 24.

Aplicando las fórmulas anteriormente expuestas, resultará:

$$p \text{ (prima horaria)} = 1.45 \times \frac{64 - 40}{64} = 0.543$$

$$P \text{ (prima total)} = 40 \times 0.543 = 21.75$$

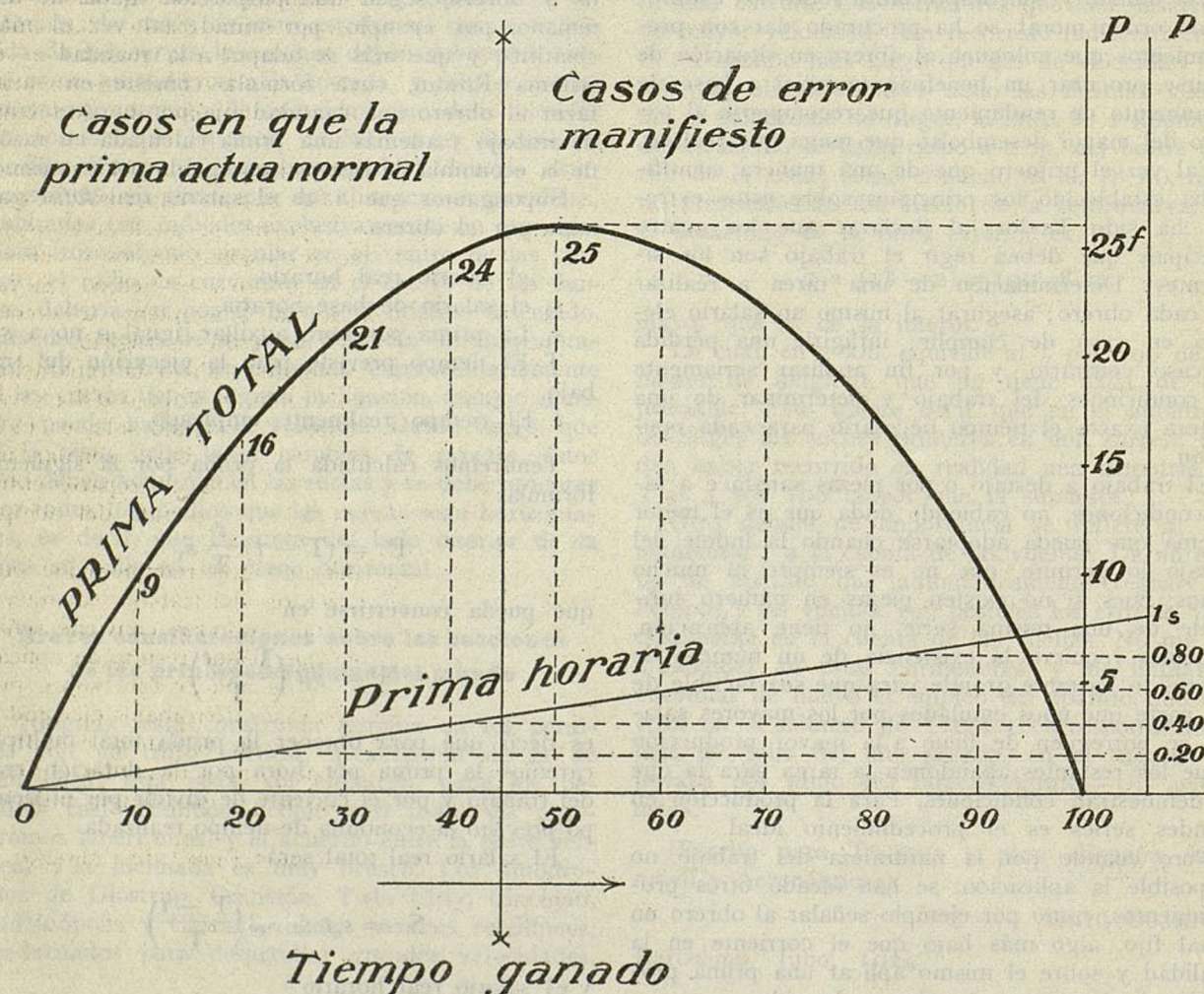
El salario total será:

$$S. = (7.05 \times 40) + 21.75 = 63.75$$

y el salario real horario:

$$s_1 = \frac{S}{t} = \frac{63.75}{40} = 1.593$$

Reduzcamos a gráficos las fórmulas expuestas y tendremos:



Analizadas debidamente, se llega a la deducción que la fórmula Rowan es una fórmula de bonificación limitada; es decir, que por grande que sea el error cometido al fijar el tiempo normal de du-

ración de las operaciones, la bonificación no alcanzará, en ningún caso, la prima por hora auxiliar, siendo de notar, tal como el gráfico indica, que la bonificación que alcanza el obrero va en aumento mientras el tiempo ahorrado no alcanza la mitad, disminuyendo en el caso contrario.

Esta última circunstancia ha dado lugar a críticas contrarias al procedimiento, por pretender algunos que toda vez que el obrero si pasa de ahorrar la mitad del tiempo previsto en lugar de aumentar el beneficio, lo disminuirá; no tendrá éste ningún estímulo, sino todo lo contrario, para acelerar su esfuerzo sobrepasando aquella mitad de tiempo.

Esto, que es cierto, no tiene ninguna importancia cuando el procedimiento se aplica debidamente, pues en tal caso nunca se dará el de que el capataz o encargado que fija el tiempo básico lo haga en tal forma que sea posible ahorrar la mitad del tiempo que señale; pero aun en este último caso desgraciado será verdad que la prima disminuirá, pero no lo será nunca que sea menor el

salario total alcanzado por el obrero por contra dicho salario total irá siempre en aumento.

Una de las ventajas mayores del procedimiento Rowan es la de que la bonificación no puede nunca

sobrepasar una cifra determinada de antemano y que como consecuencia no puede darse el caso de salarios exagerados que de lograrse con otros sistemas van contra el capataz o director del trabajo, el cual, para evitarse la responsabilidad en que incurriría delante de sus jefes si los obreros los lograran, al fijar los precios y las tasas lo hace en forma que sea completamente imposible lograrlos, matando el estímulo del obrero y perjudicando la producción.

Con las primas Rowan tendremos siempre:

$$s = s_0 + s_1$$

y si hacemos iguales ambos valores

$$s = 2 s_0$$

de donde nunca el salario total que pueda lograr un obrero podrá ser superior al doble de la prima horaria.

Resumiendo, podemos afirmar que el sistema Rowan estimula al trabajador para la obtención de altos salarios, que dicho estímulo es constante, pues cuanto mayor sea el esfuerzo, mayor el lucro, y que por parte del patrono es un procedimiento sencillo, fácil de aplicar y que le ha de llevar a resultados de antemano previstos.

Las ventajas obtenidas por el patrono son también las que resultan de que obteniendo economía en el tiempo la obtiene por la disminución de los llamados gastos generales que gravarán la unidad manufacturada en una menor proporción, además de que en la mayoría de los casos la economía y rapidez en el tiempo tiene extraordinaria importancia.

Para aplicar el procedimiento a una industria cualquiera, es necesario, ante todo infundir confianza al personal obrero. Ante la innovación serán la mayoría los que creerán en un deseo del patrono de explotarles. Por tanto, cuando se trate de aplicar el sistema, debe preceder siempre un estudio de las condiciones de los obreros y encargados, y sobre todo proceder con extraordinaria claridad exponiendo los principios y consecuencias sin olvidar detalle, y sobre todo comenzar por aplicar el sistema fragmentariamente, a pequeñas dosis, para que se convenzan los asalariados de las ventajas que reporta. Sería desatino cambiar en un taller, de golpe y porrazo, el procedimiento estableciendo con uniformidad el que nos ocupa.

Es preciso hacerles ver que el obrero nunca puede perder, pues siempre tendrá asegurada la prima horaria, es decir, un jornal corriente y que

lo que pueden ganar es un alto salario con sólo aplicarse a su labor.

Precisa también que por parte del patrono se aplique lealmente el sistema. Al fijar el tiempo básico, debe hacerlo con ánimo de que el obrero laborioso pueda alcanzar un buen beneficio. En estos respectos, el egoísmo podría acarrear tan sólo perjuicios. Calculado lealmente el tiempo, el éxito del asalariado debe satisfacer al patrono y no inspirarle recelos. Al fin y al cabo dicho éxito se traduce en pesetas que han de llenar su caja.

Tanta importancia alcanza el cálculo del tiempo, que uno de los más entusiastas del sistema, Mr. Danty-Lafrance, aboga por la creación en todo centro industrial, donde el Rowan se aplique, de una «oficina de tiempo», es decir, de especializar el estudio del factor, no dejando el cálculo a un encargado cualquiera.

Precisamente si en alguna ocasión ha fracasado el procedimiento, se ha debido a que los capataces ante el mayor trabajo que para ellos representaba el cálculo antedicho, han abandonado su misión y han nacido en seguida las quejas de los asalariados. Tal sucedió en los establecimientos dependientes del Ministerio de la Guerra francés, que habiendo adoptado las «primas Rowan» las abandonaron en 1910, sin perjuicio de aplicarlas actualmente, con gran éxito, cuando el procedimiento ha sido bien aplicado.

Mr. Danty-Lafrance aconseja que al fijar el tiempo básico, cuando no se posean experiencias que permitan fijarlo objetivamente, se apele a la «conciencia y amor propio profesional de los obreros», dejando que ellos mismos fijen el tiempo. Si ha habido error exagerado, un llamamiento a la conciencia y amor propio permitirá corregirlo.

Cuando por la índole del trabajo la reparación de una máquina, por ejemplo, el trabajo deban realizarlo un grupo de obreros y no uno solo, es fácil aplicar el sistema Rowan, pues basta señalar un tiempo total, y este tiempo global se reparte entre todos los obreros del grupo, a prorrata del tiempo transcurrido.

Precisa también pensar en la remuneración que deban percibir los directores del trabajo, capataces, montadores, etc. Para tales obreros conviene señalarles una prima doble que la que resulta de aplicar el sistema Rowan. Y es de aplicar ésta sobre primas, mayormente en los casos de trabajos ejecutados fuera del taller, en los que la vigilancia es difícil.

Meditar sobre lo expuesto no será perder el tiempo para todo aquel que tenga que dirigir trabajos obreros.

RAMÓN FERNÁNDEZ MARINO.



Concursos de "Técnica"

De conformidad con lo acordado por la Comisión de la Revista,
en su sesión del día 28 de abril último, se convoca un

Concurso de artículos científicos

destinados a ser publicados en «TÉCNICA», bajo las siguientes bases:

PRIMERA.—El Concurso es público.

SEGUNDA.—Los artículos serán exclusivamente científicos, preferentemente de carácter técnico-industrial, tema libre dentro de tales características.

TERCERA.—Deberán entregarse en la Secretaría de la Asociación de Ingenieros Industriales (Pelayo, 9), de cuatro a ocho de la tarde de cualquier día laborable, anterior al 1.º de septiembre próximo, bajo sobre cerrado, acompañando otro sobre con el nombre del autor y en ambos un lema, según la costumbre de tales casos.

CUARTA.—Actuará de Jurado la Comisión de la Revista, y su fallo, que será inapelable, será publicado en el número de «TÉCNICA» correspondiente a octubre.

QUINTA.—Los trabajos premiados quedarán propiedad de sus autores; pero «TÉCNICA» se reserva el derecho de publicarlos y reproducirlos total o parcialmente siempre que lo tenga por conveniente, sin pago de más derechos que el importe de los premios.

SEXTA.—Los no premiados podrán ser retirados por sus autores, siempre que acrediten su condición de tales.

SÉPTIMA.—Serán concedidos tres premios: uno de 250 pesetas, otro de 200 pesetas y un tercero de 100 pesetas, y además los accésits de 75 pesetas cada uno que el Jurado estimare conveniente. El Jurado podrá declarar desierto el concurso o uno o varios de los premios y no conceder ningún accésit, si examinados los trabajos no fueren, a su juicio, dignos de distinción.

OCTAVA.—El importe de los tres premios será hecho efectivo inmediatamente después de publicado el fallo, y el de los accésits seguidamente de ser publicados en la Revista, reservándose ésta la facultad de señalar la fecha de su publicación.

NOVENA.—El hecho de presentar un trabajo implica la aceptación total y absoluta de las presentes bases.

Barcelona, 10 de mayo de 1924.

El Secretario de la Comisión de la Revista,

José Ig.º Mirabet

Modernos sistemas empleados por la industria suiza para los trabajos de precisión

Ha sido universalmente admitida durante muchos años, la imposibilidad de taladrar de primer intento en una pieza cualquiera, varios agujeros exactamente en los puntos indicados por las cotas de un dibujo. La ejecución de la plantilla que es el utillaje más difícil de producir, ha sido muy costosa y sobre todo totalmente falta de un método racional que permita reducir los errores cometidos.

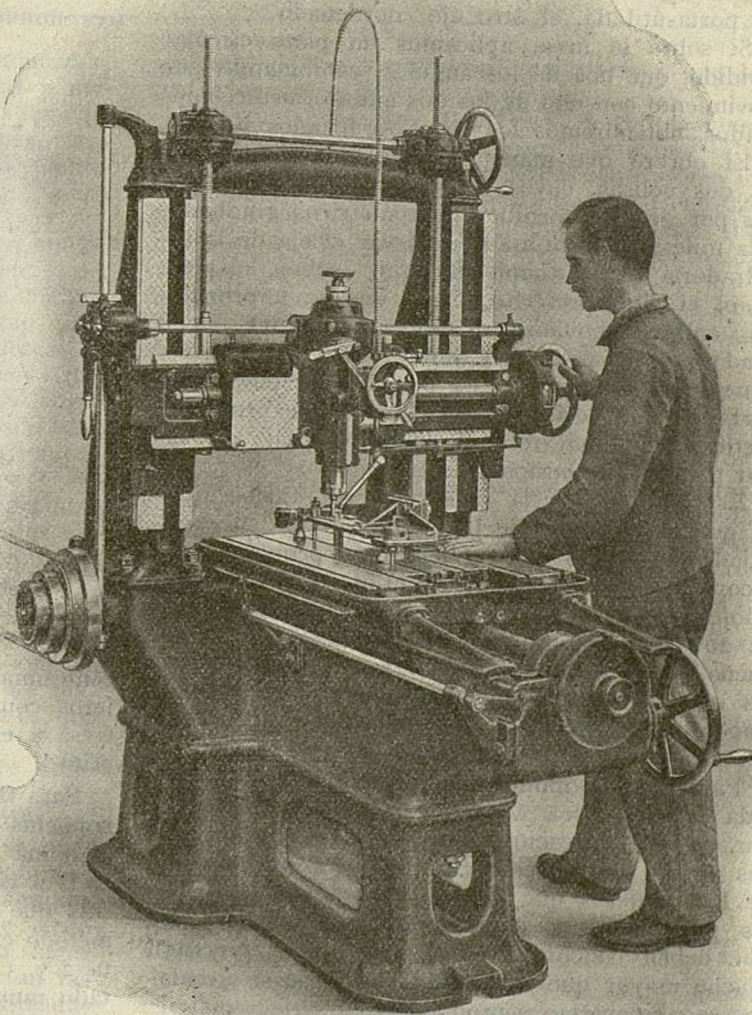
Muchos sistemas aproximados se han propuesto. El más universalmente empleado es el llamado de los «boutons». Para dar una idea de lo dicho supondremos que debemos labrar exactamente una plantilla de cuatro agujeros y describiremos las operaciones que deberíamos realizar.

Comenzaremos por dibujar la pieza por medio de reglas y compases. Con un punzón marcaremos el centro de cada agujero. Después taladraremos estos en un diámetro notablemente inferior al diámetro final, los terrajaremos y sobre cada uno de ellos fijaremos por medio de un tornillo un botón de acero templado cuyo diámetro habremos previamente medido. Los botones deben ser susceptibles de ligeros desplazamientos alrededor de su tornillo de fijación para que se pueda por tanteos regular las distancias entre sí. Mediremos éstas con micrómetros u otros instrumentos de medida y ajustaremos lo más posible la posición de cada botón. Después colocando la pieza sobre un torno o sobre una fresadora, la centraremos sucesivamente sobre cada botón terminando los agujeros al buril.

Esta técnica es de una complicación evidente y de una dificultad mayor por el número de errores que en ella se suman. El trazado preliminar es imposible hacerlo con toda precisión, las brocas no atacan a la pieza en el centro marcado, por efecto del uso, jamás son exactas y están expuestas a desviarse. En esta operación, a lo sumo, el agujero queda taladrado a unas décimas de milímetro del sitio indicado por las cotas del dibujo. Al retocarlo a mano por métodos inciertos y complicados, se agranda, siendo casi imposible conservar la regularidad del mismo. En esta operación y en las siguientes, hay un gran consumo de tiempo, no pudiéndose anular completamente los errores cometidos poniendo en eviden-

cia las ventajas que podrían obtenerse de una máquina que permitiese terminar en una sola operación sin trazado preliminar y sin retoques subsiguientes, un agujero exactamente situado en el sitio prescrito.

Este es el fin de la *máquina de puntear* creada



5321

Máquina de puntear

por la Société Genevoise d'Instruments de Physique.

¿Qué es la *máquina de puntear*? En la mecánica general este nombre sorprende; no se le comprende bien porque es una máquina útil enteramente nueva. Unas pequeñas máquinas algo parecidas, son solamente conocidas por los relojeros

que las emplean para situar meticulosamente los centros de los minúsculos rodajes de los relojes.

Esta máquina sirve para ejecutar muy rápidamente y con una precisión meticulosa todos los utillages para la producción en serie de máquinas cualesquiera, utillages que hasta el presente han costado muy caros y en los que no ha sido posible obtener la precisión necesaria más que a costa de largos y minuciosos trabajos de los mejores mecánicos especialistas.

El principio de esta máquina es muy sencillo y podemos definirla diciendo que es

La realización corpórea y mecánica de los sistemas de los ejes coordenados.

Está construída según la forma generalmente conocida de una fresadora vertical a dos montantes, en la cual el movimiento de la mesa sobre una guía dá, un eje cartesiano y el del cabezal porta-útil dá, el otro eje coordenado.

Si sobre la mesa aplicamos un plato circular dividido, que nos dé los ángulos, combinando este movimiento con uno de los dos anteriormente nombrados, obtendremos los ejes coordenados polares.

El obrero que maneja la máquina dispone de las dos colisas, cuyos desplazamientos son medidos por gruesos tornillos micrométricos graduados a la milésima de m/m. Para llevar el eje de la taladradora al centésimo de m/m. sobre la pieza en el sitio prescrito, basta que se imprima a las colisas movimientos cuya amplitud viene fijada por las cotas del dibujo. Se taladra directamente el agujero en esta posición, después, para corregir una posible desviación de la broca, se rectifica con una fresa al diámetro final, sin variar para ello la posición de las colisas.

Esta máquina está construída en varios tipos en que el recorrido de las colisas define su capacidad de trabajo. El modelo más pequeño cuyo recorrido es solamente de 80 m/m. se destina a la relojería. El siguiente que tiene una capacidad de 200 m/m. se utiliza en la pendulería, y la pequeña mecánica de precisión. Los grandes modelos que tienen respectivamente una capacidad de 600 m/m. y 800 m/m. son destinados a los talleres de construcción de máquinas.

Para que el montaje de una máquina producida en serie sea económico es necesario obtener en la fabricación separada de cada una de sus piezas, una concordancia perfecta en cada uno de los agujeros que deben corresponder entre sí. Es por esto que se emplean las plantillas, las que deben concordar entre sí con una precisión mucho mayor que la exigida a las piezas ejecutadas separadamente y producidas en serie.

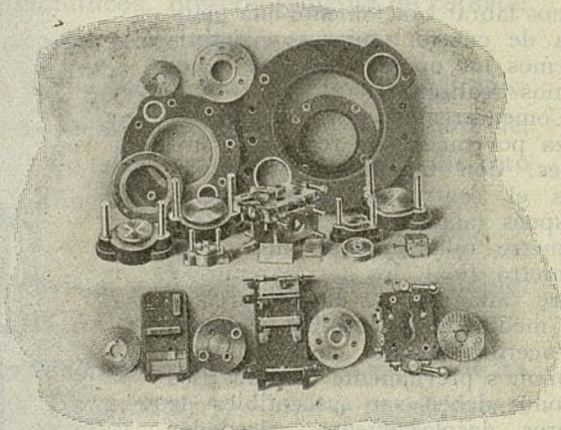
Para poner en evidencia las aplicaciones prácticas de estas máquinas, tomemos el ejemplo de las plantillas sin que de ello deba deducirse que sólo pueden ser empleadas a esta clase de utillaje sino al contrario, se les emplea en la ejecución de todos aquellos en los cuales las cotas de los dibujos deban ser rigurosamente respetadas.

Lo que hace su empleo más interesante es la rapidez con la cual se hacen las plantillas con un método tan simple y además la precisión de los

resultados obtenidos. Así vemos que una de las operaciones más difíciles, la más difícil y casi imposible, a ejecutar exactamente es: labrar sobre dos plantillas correspondientes, cuatro agujeros según los vértices de un cuadrado perfecto, en forma, que superpuestos, cuatro pasadores calibrados exactamente entren rigurosamente en los cuatro agujeros cualquiera que sea la posición relativa de las dos placas. Pues bien, esta operación se hace con toda facilidad con la máquina de puntear.

El manejo de la máquina de puntear es de una simplicidad luminosa. Basta sin ningún dibujo previo de la pieza, desplazar las colisas de la máquina por medio de sus tornillos micrométricos para llevar la broca exactamente al sitio prescrito por los dibujos.

Esta operación que ocupa como máximo dos o tres minutos, es de una precisión superior a la



Piezas a ejecutar con la máquina de puntear

centésima de m/m. Después se taladran los agujeros con una broca helicoidal. Sustituyendo una fresa a esta broca se rectifican al diámetro prescrito.

Para fijar las ideas: La Societé Genevoise d'Instruments de Phisique certifica que empleando su máquina de puntear, una plantilla quedará terminada a razón de 7 a 8 minutos por agujero, mientras que sin la máquina y cualquiera que sea el método empleado, será necesario en ocasiones hasta 2 y 3 horas por agujero, por obtener un resultado muy inferior en precisión.

Efectivamente: Ensayos prácticos realizados en Manchester donde hay instalada una de estas máquinas, han permitido establecer el siguiente cuadro comparativo de las economías de tiempo obtenidas empleando el antiguo método de los «botones» y el moderno sistema de la máquina de puntear.

Tomemos el ejemplo de la ejecución de una plantilla comprendiendo 4 agujeros de 20 m/m. de diámetro y distantes entre sí 100-150 m/m.:

Ejecución por el sistema de los «Botones».

Operación núm.	Tiempo en minutos
1 trazar la pieza, marcarla al punzón.	8
2 taladrar a 16 m/m.	12
3 terrajar a 18 m/m.	12
4 fijar provisionalmente los botones.	10
5 regular exactamente su posición para medidas en todos los sentidos con micrómetros.	230
6 fijar la pieza en un torno, centrarla tan exactamente como sea posible sobre un botón, quitar el botón y rectificar a 20 m/m.	30
7 a 9 proceder exactamente para los tres restantes agujeros.	60
Tiempo total en minutos.	362

Precisión probable del trabajo con un excelente mecánico especialista . . . 0'02 a 0'04 m/m.

Ejecución con la máquina de puntear.

Operación núm.	Tiempo en minutos
1 fijar la pieza sobre la máquina.	5
2 centrar la broca sobre el primer agujero, taladrar a 19 m/m., sustituir la broca por una fresa de 20 m/m. y rectificar.	8
3 a 5 repetir igualmente para los tres restantes agujeros.	24

Tiempo en minutos . . . 37

Precisión cierta del trabajo con un operario mediano . . . 0'01 m/m.

En un trabajo tan sencillo, se ha economizado, empleando la máquina de puntear, 5 horas y media de mano de obra cara o sea aproximadamente 93 % del gasto. Cuando el trabajo es más complicado, o cuando las dimensiones de la plantilla aumenten, la economía de tiempo y dinero será aún más importante.

Es fácil a toda fábrica que deba hacer mucho utillaje para la fabricación de piezas en serie, calcular la rapidez de amortización de esa máquina. Las fábricas de automóviles por ejemplo, para las cuales el empleo de la máquina de puntear es muy particularmente apropiada, y que deben renovar constantemente el utillaje, cada vez que lanzan al mercado un nuevo tipo de chasis, casi cada año, podrán amortizar la máquina antes del mismo.

Con este método, el virtuosismo del obrero encargado del trabajo ya no juega el papel importante que anteriormente tenía. La precisión de los resultados depende solamente de la precisión de la máquina. Aunque su aspecto general recuerda el de las fresadoras verticales de dos montantes, su ejecución no puede tener nada de común con el finido de las máquinas útiles en general en que su misión principal, es producir mucho y en las cuales no se busca una precisión muy elevada que además sería inútil.

Es necesario para obtener los resultados ofrecidos por la máquina de puntear, que las guías de las correderas sean perfectamente rectilíneas. Es fácil calcular (teniendo en cuenta que se puede taladrar sobre una de las grandes máquinas de puntear, agujeros centrados sobre los ángulos de un rectángulo de 800 y 600 m/m. de largo capacidad máxima) que si las colisas en lugar de ser matemáticamente rectilíneas tuviesen un rayo de curvatura de 700 kilómetros, esto introduciría un error de una centésima de m/m. en la posición de los agujeros, abstracción hecha de todo error que pueda provenir de una inexactitud de los tornillos micrométricos. Es necesario por otra parte que las colisas sean perfectamente normales entre sí, que los tornillos micrométricos estén exentos de todos los errores de paso, que la guía transversal que lleva la cabeza de la taladradora sea paralela a sí misma en todas las posiciones que pueda ocupar a lo largo de los montantes verticales, que no haya ningún juego en la

comanda de los tornillos micrométricos y que los centrados de la broca sean perfectos.

Reflexionando sobre todas estas consideraciones, necesarias para la precisión de esta máquina, se ve que se trata de exigencias absolutamente excepcionales y que se puede felicitar la Société Genevoise de haber llevado a buen término una labor tan difícil. Es verdad que su experiencia de medio siglo en la fabricación de máquinas de dividir y de medir que necesitan también el empleo de tornillos perfectos y de guías sin defectos apreciables, le ha particularmente facilitado la puesta a punto de esta máquina.

Nuevas experiencias hechas con las máquinas de puntear han dado los resultados siguientes:

Para ajustar las dos colisas a las cotas del dibujo de la pieza y taladrar un agujero de 22 m/m. y de 30 de profundidad con una broca helicoidal y rectificar este agujero con una fresa, la máquina de puntear ha empleado seis minutos. Por otros métodos actualmente en uso en los talleres bien utillados para obtener un grado de precisión de 0,01 m/m. como el dado por la máquina de puntear han sido necesarios 121 minutos para hacer el mismo trabajo. *Relación:* 5 %, es decir, que el tiempo necesario para hacer este trabajo con una máquina de puntear es solamente 5 % del tiempo que pagan los talleres actualmente. El precio de coste de un agujero es pues:

Paga del obrero por hora \times tiempo en minutos \times gastos generales.

Ejemplo: Supongamos:

Paga del obrero Ptas. 2,—
Tiempo en minutos 6

Gastos generales sobre la mano de obra 150 %

Precio de coste de un agujero 22 m/m., profundidad 20 m/m. taladrado con la máquina de puntear.

$2 \times 6/60 \times 1'5$ Ptas. 0,30

Precio de coste de un agujero ejecutado con los métodos usuales.

$2 \times 120/60 \times 1'5$ Ptas. 6,—

Economía realizada por cada agujero » 6,—

Economía » 0,30

» 5,70

(Continuará).

JOSÉ M^a DE BRUGUERA.
Ingeniero Industrial.

CRÓNICA DE LA AGRUPACIÓN

Funerales de 1924

Siguiendo la piadosa costumbre de todos los años, se celebró el día 20 del pasado mes de Junio, en la parroquial iglesia de San Francisco de nuestra ciudad un solemne Oficio funeral en sufragio de las almas de nuestros asociados fallecidos. El acto se vió muy concurrido, siendo muy nutrida la representación de las asociaciones barcelonesas. Desde el anterior funeral, los compañeros que han pasado a mejor vida, son don Ramón Bañeres Cervero, don Ignacio M.^a Giralt Verdager, don Leopoldo Gil Llopart, don Jerónimo Bolibar Calup y nuestro presidente don Alfredo Ramoneda.

¡Descansen en paz!

Banquete anual

Retrasada por dolorosas causas de todos conocidas, la fecha de celebración de este acto anual de compañerismo, tuvo efecto el 2 del pasado Junio.

Reunieron en el Hotel Colón numerosos compañeros, reinando la animación y cordialidad propias de tan simpática fiesta.

Nuestro presidente, don Andrés Oliva, fué ovacionado al saludar a sus amigos (siendo aquella la primera ocasión que se le deparaba para hacerlo, desde que ocupa la Presidencia), y al trazar a grandes rasgos cuál ha de ser el camino que ha de seguir nuestra Sociedad para ser fuerte y respetada

y conseguir para nuestro título las prerrogativas que merece. Muy aplaudido fué también don Sixto Ocampo al contestar al señor Presidente una delicada alusión de que había sido objeto.

Pruebas de material de incendios

Amablemente invitada por la casa «P. E. M. Vivomir» una representación de nuestra Junta Directiva, asistió el día 17 del pasado a las pruebas de una moto-bomba y de un auto-cuba para riego, contruidos por la firma S. A. O. M. Mario Tamini de Milán, representada en Barcelona por la citada casa, fundada y regida por nuestros compañeros don Angel Vivó y don José Mir Llorens.

Las pruebas, que no pudieron ser más satisfactorias, se realizaron en el Parque de la Ciudadela, siendo presenciadas por el concejal señor Tort, el Jefe de los Servicios Técnicos, señor Cabestany, el Comandante de Bomberos señor Audet, el Oficial señor Gutiérrez, los señores Alcalde y Arquitecto Municipal de Tarragona, el Director de la Casa «Ford» y varios compañeros interesados en esta índole de asuntos.

Nuestro compañero señor Mir dió amplias y detalladas explicaciones del material ensayado, recibiendo de todos los mejores augurios acerca del material ensayado, que se propone introducir en nuestro país la casa «Vivomir».

BIBLIOGRAFÍA

Nociones útiles sobre la República Argentina.

La Sección de Propaganda e informes del Ministerio de la República Argentina ha tenido la delicadeza, que mucho agradecemos, de remitirnos la obra que recientemente ha publicado sobre la próspera República del Plata.

Su lectura es interesantísima, y en ella podrán hallar cuantos datos necesiten sobre la importancia y desarrollo del país, no sólo los industriales y comerciantes, sino los viajeros, inmigrantes, funcionarios, economistas, estudiantes, etc., etc.; en fin, cuantos por algo se interesen por la Argentina.

Constituye la obra manual de fácil y rápida consulta, que ha sido preparado por el segundo

jefe de la Sección de Industria del Ministerio citado, don Rodolfo Medina.

Ofrece esta publicación la particularidad de que será reeditado de tiempo en tiempo, lo que permitirá mantener al día los datos que contiene e introducir las modificaciones que la práctica señale como necesarias para perfeccionarla.

Ilustran la obra numerosos grabados, y va adjunto en ella un plano en colores de la República, con sus regiones agrícolas y ganaderas.

Sus capítulos finales «Vías de comunicación» y «Legislación obrera» ofrecen un interés muy particular para los que directamente no se hallen interesados por los negocios y desarrollo de la gran República sud-americana.

J. F. M.

Fábrica Española de Automóviles "ELIZALDE"

Turismo: 6/8 - 15/20 - 18/30 HP. (4 cilindros)
20/30 y 50/60 HP. (8 cilindros)

Industria: 6/8 HP. para 500 kilogramos.
15/20 HP. para 1,000 y 1,500 kilogramos.

Talleres y Despacho: Paseo S. Juan, 149 - BARCELONA

