

de las segundas se haga de una manera gradual, mediante el establecimiento unas y otras de parábolas cúbicas o de radiodes, procedimientos que con todo rigor y detalle se exponen en la obra de M. Leber, *Calculs de raccordements paraboliques dans les tracés de Chemins de fer.*"

Recientemente, el año 1932, Mr. F. G. Royal-Dawson, antiguo profesor de Carreteras y de Ferrocarriles en la Real Escuela de Ingenieros de El Cairo, ha publicado un libro, que titula *Elementos para el establecimiento de las curvas en carreteras, en ferrocarriles y en autódromos, de acuerdo con los principios derivados de la transición natural*. Esta interesante obra está dedicada casi por completo a la transición entre alineaciones rectas y curvas, tanto en ferrocarriles como en carreteras; al estudio del peralte, sobreancho y visibilidad se dedican pocas páginas.

Dawson trata y desarrolla la cuestión de la transición desde un punto de vista tal que le permite sentar como consecuencia final de su trabajo la afirmación siguiente: "*El radio mínimo de una alineación curva le determinan mancomunadamente el ángulo de las dos alineaciones rectas adyacentes y los principios dinámicos expuestos, nunca el empirismo ni la rutina.*"

Con las fórmulas que deduce y con las tablas que ha calculado, las que forman parte integrante del libro, se resuelven rápida y sencillamente todos los problemas que en relación con las alineaciones curvas pueden presentarse a un ingeniero en el estudio, en el replanteo y en la construcción de ferrocarriles y de carreteras.

Dawson considera y expone casi simultáneamente las cuestiones relativas a una y otra vía de comunicación; son éstas tan diferentes en su constitución y su utilización se hace de modos tan distintos, que aquella simultaneidad no parece conveniente. Esta circunstancia y el convencimiento de que es necesario que el ingeniero, después de conocer los principios fundamentales de los procedimientos estudiados por Dawson, disponga de métodos concretos, rápidos y sencillos para resolver sus problemas, son el motivo y causa de este folleto, en el que se dedica atención, única y exclusivamente, a las curvas de las carreteras.

En su primera parte se exponen concreta y escuetamente los principios que establece Dawson y las fórmulas que de los mismos se derivan.

En la segunda se consignan las propiedades más importantes de la lemniscata de Bernouilli.

La tercera contiene los procedimientos que han de seguirse para obtener los elementos de una curva de transición, tanto para su dibujo en el papel como para su replanteo sobre el terreno.

La cuarta está dedicada al peralte, al sobreancho y a la visibilidad.

Por último, en la quinta, se describe un zigzag de carretera en el que las curvas son lemniscatas de Bernouilli y se resuelven, ya analítica, ya gráficamente, varios problemas.

Y termino con el deseo sincero de que el contenido de este folleto tenga utilidad directa para los ingenieros que han de proyectar, construir y conservar carreteras, e indirecta para los usuarios de estas importantes vías de comunicación.

B. OLIVER Y ROMAN
Ingeniero de Caminos

La producción¹

V²

La distribución de los productos

48. Problema general.— La determinación, en un régimen de Empresa, de cómo ha de hacerse la distribución de los productos entre los distintos elementos que intervienen en la producción, es uno de los problemas más importantes de la ciencia económica.

No se trata aquí de resolver ningún problema de carácter social; esto se sale de nuestro marco. Nuestro propósito es la resolución del problema que nos dé a conocer, por un método matemático, la remuneración que en la producción deben tener los elementos que la integran, de forma que ésta se realice respondiendo al principio económico del mínimo esfuerzo.

Como todos los elementos que intervienen en la producción pueden considerarse incluidos en uno de estos tres grupos: agentes naturales, capital y trabajo, el problema se reduce a determinar la remuneración que corresponde a cada uno de estos tres fac-

tores, o, lo que es lo mismo, cómo deben éstos dosificarse en la producción de modo que el coste de ésta sea mínimo.

Por lo que se refiere al agente natural, no hay dificultad, pues ya hemos visto que, por consecuencia de la ley de rendimiento decreciente, todo propietario de un agente natural disfruta de un producto *neto* de una renta, y, por lo tanto, en un régimen de Empresa el empresario habrá de abonar al propietario el valor de esta renta.

Es en la remuneración al capital y al trabajo donde el problema aparece, y no en aquella parte de la producción que *necesariamente*, dado el estado de progreso de la industria, ha de ser obtenida a base de un capital invertido o de un trabajo ejecutado, sino en todo aquello en que indistintamente puede emplearse capital o trabajo.

Ante todo, hemos de hacer presente que el trabajo y el capital no son dos variables independientes: sus remuneraciones están estrechamente unidas, pues es indudable que se podrán pagar mayores salarios si se puede abonar menor interés, y recíprocamente.

Hemos de advertir, además, para tratar la cuestión de un modo racional y concreto, siquiera sea para tener un resultado en primera aproximación, pero muy suficiente en un análisis general, *que toda fuerza de trabajo disponible es absorbida por la de-*

¹ Véase la Revista del 1.º de marzo último, página 94.

² El presente artículo es el último de los que con este tema nos había enviado su autor, que por tanto tiempo colaboró con nosotros en estas columnas, en las que dejó imborrable recuerdo.

manda, y todo el capital disponible busca su colocación a cualquier precio, por pequeño que éste sea, antes que permanecer inactivo.

Sea, ahora, una industria cualquiera para la cual, dado el estado de adelanto de la técnica, se conoce una relación entre el producto y y las cantidades de capital y trabajo α y β , que han de asociarse para obtener dicho producto; se tendrá

$$y = F(\alpha, \beta)$$

Las dos variables α y β hemos dicho que pueden sustituirse, es decir, que la misma cantidad de producto se obtiene con poco capital y mucha mano de obra, y lo contrario. La ecuación anterior, por consiguiente, nos representa una familia de curvas que serán de *indiferencia* respecto al producto y y análogas en su forma a las estudiadas en la teoría del cambio, y que podremos dibujar dando valores a y .

Diferenciando en esta ecuación se tendrá:

$$dy = \frac{dF}{d\alpha} d\alpha + \frac{dF}{d\beta} d\beta$$

Expresión que da a conocer la variación infinitesimal que sufre el producto por consecuencia de variaciones infinitesimales del capital y del trabajo.

Las derivadas parciales tienen su significación: son, respectivamente, las *utilidades marginales* del capital α y el trabajo β en el acto de la producción.

Llamemos c el coste de una cierta producción, que supondremos sea la obtenida en la unidad de tiempo, S el salario e i la tasa de interés; la ecuación

$$c = i \cdot \alpha + S \cdot \beta$$

da el coste de producción para valores determinados de S e i , y representa una familia de rectas paralelas de coeficiente angular igual a $-\frac{S}{i}$, cada una de las cuales es también de *indiferencia* con respecto al coste.

El problema que se pretende resolver, teniendo en cuenta las dos ecuaciones anteriores, se formula así: determinar los valores de α y β que para un producto conocido dan el *mínimo* coste, o bien que para un coste conocido dan el *máximo* producto.

Se resuelve, según ya se sabe, por la teoría de máximos y mínimos, trazando la curva que es tangente a la recta, si el coste es el dato, o trazando la recta que es tangente a la curva, si se parte del producto. En los dos casos la condición analítica a que se llega es:

$$\frac{1}{i} \cdot \frac{dF}{d\alpha} = \frac{1}{S} \cdot \frac{dF}{d\beta}$$

Esta ecuación nos expresa que los valores de α y β que resuelven el problema son aquellos para los cuales las utilidades marginales del capital y del trabajo, pagados éstos a sus precios respectivos, son iguales.

La ecuación de condición hallada, unida a la del coste o a la del producto, según el caso, dan un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas. El problema queda resuelto.

49. Método práctico.—En la resolución teórica que acabamos de exponer se ha supuesto que las

variaciones de las dos variables α y β tenían lugar por ley de continuidad, y esto no es exacto: las sustituciones de una por otra no se verifica por cantidades infinitesimales, sino por cantidades finitas, pues de este modo es como se distribuyen las cantidades de capital y trabajo en las distintas operaciones que comprende una industria.

Hemos de considerar, por lo tanto, que la remuneración total está formada de dos partidas: la de las remuneraciones de todas aquellas operaciones en las que ha de emplearse el capital α y la que se refiere a las operaciones que deben ejecutarse con la mano de obra β , y la interpretación práctica que se ha de dar a la ecuación de condición antes escrita es que la operación *límite*, o la que separa los dos grupos de operaciones, es una operación en la que las productividades de los dos factores son iguales, y que es, por consiguiente, indiferente ejecutarla con capital o con mano de obra. Formarán el grupo de las que deben ejecutarse con capital todas aquellas en las que la productividad del capital es mayor que la del trabajo; formarán el otro grupo las en que se verifique lo contrario.

Supongamos, por ejemplo, que, en una época determinada, el salario S anual es de 5 000 pesetas y el interés i el 5 por 100; la operación límite en la cual será indiferente emplear capital o mano de obra será aquella en la que el capital x que equivale al trabajo de un obrero es 100 000 pesetas, pues $S = ix$. Todas las operaciones, por lo tanto, para las cuales dicho capital x es menor de 100 000 pesetas convendrá ejecutarlas con máquina, y en las que x sea mayor de 100 000 pesetas deberá emplearse la mano de obra.

Tracemos la curva de índice y_1 (fig. 35), que nos

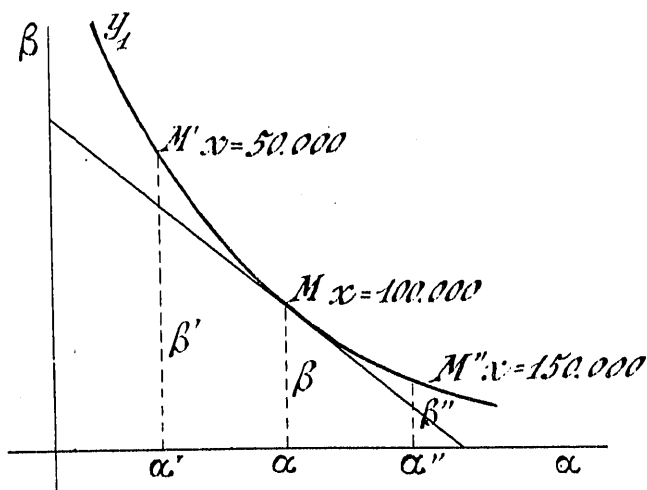


Fig. 35

da la producción total anual en la industria de un país. La recta de coeficiente angular

$$-\frac{i}{S} = -\frac{0,05}{5\,000} = -\frac{1}{100\,000}$$

y que es tangente a la curva, nos da los valores de α y β cuando el capital que equivale al trabajo de un obrero es de 100 000 pesetas. Si

$$\frac{i}{S} = -\frac{1}{50\,000}$$

la recta habrá cambiado: habrá venido a la posición cuyo punto de tangencia será M' , al que le corresponde una menor cantidad de capital y una mayor cantidad de mano de obra. El capital x , que equivale a un obrero, es ahora menor, 50 000, y operaciones que antes se ejecutaban con máquina pasan al grupo de las que deben ejecutarse con mano de obra: todas aquellas para las cuales x es mayor de 50 000 pesetas.

Un cambio de $\frac{i}{S}$ en sentido opuesto conduce a resultados igualmente opuestos. El punto de tangencia se traslada a M'' ; α aumenta y β disminuye; el capital x , que equivale a un obrero, es mayor, 150 000 pesetas, y operación que antes se ejecutaba con mano de obra conviene ahora ejecutarla con máquina: todas en las que x es menor de 150 000 pesetas.

Nada más fácil entonces, una vez formado un cuadro con los valores de x que corresponden a todas las operaciones que comprende la industria general de un país, que ver cuáles de éstas deben ser practicadas con máquina y cuáles con mano de obra, para valores determinados de S y de i en los mercados del capital y del trabajo, y, por consiguiente, la dosificación que en cada industria debe darse a dichos factores.

50. Elementos que influyen en la distribución de los productos.—Varios son los elementos que influyen en la remuneración del capital y del trabajo. En ésta, como en todas las funciones de carácter social, se trata de una función de muchas variables, ponderables unas e imponderables otras, y, además, no son variables independientes, sino que entre ellas existen relaciones que nos son desconocidas, por lo que no es posible precisar matemáticamente los resultados.

Por esto, la teoría que estamos desarrollando, que tiene por fundamento la productividad relativa del capital y del trabajo, es una teoría fragmentaria, ya que sólo vamos a tener en cuenta cuatro elementos, los que en un momento determinado influyen más directamente en la relación en que el capital y el trabajo se reparten los productos. Son estos elementos: el progreso técnico, el rendimiento del trabajador, la velocidad de crecimiento de la población y la velocidad de crecimiento de los capitales.

Además, para estudiar el efecto de cada uno, supondremos que los tres restantes permanecen constantes, hipótesis puramente teórica, porque en la realidad los cuatro elementos varían simultáneamente; pero esta hipótesis nos va a permitir conocer las tendencias que en el movimiento total deben legítimamente atribuirse a cada elemento.

51. Progreso técnico.—Maquinismo.—Rendimiento de los trabajadores.—Organización científica del trabajo.—Tiende el progreso técnico principalmente a mejorar el rendimiento del capital, ya por un aumento de su productividad, ya por una disminución de su precio.

Hay, sin embargo, mejoras que, dados los valores de S y de i existentes en el mercado, no producen modificación en la repartición de las riquezas; tal es el caso de un invento o descubrimiento, que no pasa de ser un ensayo feliz de laboratorio sin ningún valor industrial, pues la operación a que afecta no la hace pasar del grupo de las que deben ejecu-

tarse con mano de obra al de las que conviene realizar con máquina.

Pero si el invento o descubrimiento determina ese paso; por ejemplo, que una operación para la cual $x = 110\,000$ pesetas es reducida a $x = 90\,000$, siendo $\frac{S}{i} = 100\,000$, la sustitución de la mano de obra por la máquina resulta ventajosa, y los empresarios no dudan en llevar a cabo la sustitución. Esta transformación de los medios de producción es la que se denomina *Maquinismo*.

El Maquinismo provoca, como se ve, una variación en la repartición de los productos en beneficio del capital y con detrimento de la mano de obra. Ciertamente que al principio este detrimento no se hace muy sensible, pues la mano de obra liberada puede ser absorbida por la industria constructora de las nuevas máquinas que van a sustituirla; pero esta absorción no es permanente, porque, si así fuese, el nuevo procedimiento resultaría más oneroso que antes, ya que, necesitando la misma mano de obra, hay que emplear mayor capital; no habría, en suma, progreso.

Se origina entonces una tendencia al paro, con una baja de los salarios y una elevación del interés por el mayor pedido de capital. La situación es favorable para los capitalistas y desfavorable para los obreros, y esto explica la hostilidad con que el obrero en general recibe toda clase de innovaciones de esta clase. Sin embargo, si la transformación económica, una vez realizada, constituye un verdadero progreso, la masa de productos a repartir, más tarde o más temprano, acabará por aumentar, a veces en cantidad extraordinaria, y ello favorecerá desde luego, en un doble concepto, al capital, y quizá también a la clase obrera, pues si bien la fracción que le corresponde ahora es menor, la cantidad a repartir es mayor. La observación nos descubre, en efecto, que en un gran número de Empresas el Maquinismo ha ido acompañado de una mejora notable en la situación de la clase asalariada.

Este mejoramiento resulta, además, porque a los obreros llega, como a todas las clases sociales, las ventajas que son consecuencia lógica de todo progreso industrial, a saber: baja en los precios de coste y, por lo tanto, en los precios de venta, no sólo del producto a que afecta la innovación, sino en todos los demás, por la natural correlación que hay entre ellos, y tendencia, por consiguiente, al abaratamiento de la vida; fácil salida de los productos de la industria en progreso, por razón de la baja en el precio de venta, lo que lleva consigo un aumento en la demanda de la mano de obra y en el salario, como es consiguiente; y, finalmente, mayor estímulo para el ahorro, ante los mayores beneficios de las Empresas por el más crecido interés del dinero, lo cual conduce a una mayor demanda de trabajo, en definitiva.

Un progreso en el rendimiento del trabajador que determinara, en una operación a la que corresponde un valor de $x = 90\,000$ pesetas, por ejemplo, su elevación a 110 000, no hay duda que sería más ventajoso abandonar la máquina y encomendar la operación al trabajador. La máquina podría seguir utilizándose mientras pudiera prestar servicio; pero,

una vez deteriorada o inservible, ni se repararía ni se repondría.

Como consecuencia de esta sustitución, el pedido de capital disminuiría, y crecería, por el contrario, el de la mano de obra, creándose una situación favorable para el obrero y desfavorable para el capitalista.

El sistema Taylor y otros que, bajo el epígrafe general de "Organización científica del trabajo", se preconizan por distintos economistas e industriales, tienden a este adelanto: progreso en el rendimiento del trabajador. Han sido, sin embargo, vistos con prevención por los mismos obreros, ante la idea de que todo lo que sea aumentar la productividad de la mano de obra es reducir la cuantía del pedido; pero, si se tiene presente que las operaciones en las cuales se establece el sistema Taylor son las más sencillas, precisamente aquellas las más susceptibles de efectuarse con máquina, toda sospecha de perjuicio al obrero debe desaparecer.

Por lo que afecta al capital, el mayor rendimiento del obrero viene a ocupar frente a aquél una posición análoga a la del maquinismo frente al trabajador; pero, lo mismo que en este caso, el aumento de la producción beneficia a la vez al capital y al trabajo.

52. Desarrollo de la población y de los capitales.—Si el crecimiento de la población y de los capitales tiene lugar siempre en la misma relación, o, dicho de otro modo, si las sumas ahorradas absorben la suma de brazos disponibles cada año, la relación $\frac{S}{i}$ permanecerá constante y ninguna alteración se producirá en la repartición, que responderá siempre a las mismas tasas del interés y del salario existentes.

Supongamos ahora que la población crece más rápidamente que los capitales, el salario tiende a disminuir y el interés a aumentar; la relación $\frac{S}{i}$ tiende a disminuir y los empresarios se decidirán a emplear obreros en lugar de máquinas en las industrias de nueva instalación, y en las antiguas, cuando la maquinaria resulte inservible por el desgaste, será abandonada. Se tiene entonces una mayor y más fácil colocación del obrero, y el paro que pudo producirse por ese más rápido crecimiento de la población cesará prontamente; pero el salario, habiendo disminuido, la situación será más desfavorable para el obrero, y, además, como el capital por individuo ha disminuido también, la producción de cada uno será menor y, con doble motivo, el obrero estará perjudicado. El capital, en cambio, está favorecido.

Supongamos que el capital aumenta más rápidamente que la población; los fenómenos se van a suceder ahora en sentido inverso. $\frac{S}{i}$ tiende a aumentar,

por crecer S y disminuir i , y operaciones que antes se hacían con mano de obra tienden ahora a ser ejecutadas con máquina, y el capital total disponible será absorbido. La situación es ventajosa para el obrero, cuyo jornal aumenta; y como el capital por individuo es mayor, la producción de cada uno es también mayor, por lo que el obrero va a estar, con doble motivo, favorecido. Al capital le ocurre lo contrario.

En resumen, un crecimiento más rápido de la población que el del capital perjudica al obrero y favorece al capital; un crecimiento más rápido del capital que el de la población perjudica al capital y favorece al obrero.

Carlos DE ORDUÑA
Ingeniero de Caminos

Los cementos en el IX Congreso internacional de Química Pura y aplicada

Como no podía menos de suceder en un Congreso de la amplitud y vuelos del recientemente celebrado en Madrid, los estudios referentes a los cementos han constituido materia de temas y trabajos de importancia, y es mi propósito darlos a conocer en la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS con el detalle que requieren, comenzando por el, a mi juicio, más completo e interesante, que fué la conferencia dada por el profesor A. Travers, de Nancy, en el *auditorium* de la Residencia, el día 7 de abril, con el título "La constitution du ciment portland et de ciment aluminieux", en la que los aplausos recogidos al final no señalaron tanto su éxito como los comentarios de aprobación e impresiones recogidas en días sucesivos.

Dividiremos nuestra descripción en las dos mismas partes en que está dividida la conferencia, haciendo figurar gran parte de sus epígrafes, limitándonos, en los puntos sobradamente conocidos, a enumeraciones y referencias, deteniéndonos, dando detalles y haciendo aclaraciones, en los que constituyen novedad o despiertan gran interés.

I. EL CEMENTO DE PORTLAND

Comienza exponiendo las dificultades de los estudios sobre constitución de los cementos, considerando al clínker como una roca artificial, cuyos métodos de análisis físicos y químicos pueden ser aplicados. Describe a continuación los primeros, empezando por los micrográficos, ya conocidos, con la descripción de los trabajos antiguos de Le Chatelier y modernos de Guttmann y Gile, proyectando sobre la pantalla una serie de microestructuras en las que se destacaban los clásicos minerales integrantes de los clínkers: *alita*, *celita*, *belita*.

Se refiere después a los análisis con los rayos X, mediante los cuales, sabemos, pueden obtenerse espectros en los que, de un modo semejante a los luminosos, aparecen rayas características, que permiten descubrir, en los complejos ultracristalinos, la presencia de determinadas especies químicas, de la misma manera que las rayas de los espectros luminosos han servido para descubrir en los astros la existencia de determinados elementos.