LA FORMA DEL AREA DE MERCADOS Y EL TRANSPORTE

Por
FRANCISCO JUAREZ RUBIO (*)

DESDE los orígenes de la teoría de la localización se identificó el círculo como el área de mercado de una planta aislada en un espacio continuo. Este es un resultado bastante intuitivo. Al intervenir los costes de transporte, traer o llevar una unidad de producto a la distancia x supone unos costes de transporte dados por $t(x)\,x$, donde $t(x)$ son los costes unitarios de transporte. El lugar geométrico de los puntos para los cuales se incurre en iguales costes de transporte por unidad de producto, K, *vendrá dado por* $K = t(x)\,x$. Este lugar geométrico es una circunferencia de radio $x = K/t(x)$. Sin embargo, cuando Thünen (1) introdujo una vía privilegiada de transporte —el río que atravesaba la «llanura homogénea»— la forma del área de mercado se veía afectada notablemente.

El efecto de vías privilegiadas de transporte sobre el área de mercado de la planta aislada no ha sido estudiado de forma detenida. Bastantes autores, sin embargo, al estudiar la localización de actividades en las ciudades —partiendo del modelo de Thünen— han descrito gráficamente el efecto de las autopistas que las atraviesan sobre los círculos hipotéticos que surgirían como áreas de mercado de no existir esas vías privilegiadas de transporte, es de-

(*) Profesor de Economía de la Empresa. Departamento de Economía y Sociología Agrarias. E. T. S. I. Agrónomos. Universidad de Córdoba.

(1) Thünen, J. H., *Le Salaire Naturel et son Rapport aux Taux de l'Intèrêt* (traducción del volumen II de *Der Isolierte Staat...*, por M. Wolkoff). Guillaumin et Cie. París, 1857; pág. 333.

— Revista de Estudios Agro-Sociales. Núm. 135 (abril-junio 1986).

cir, cuando el espacio fuera isótropo para el transporte. Alonso (2) esquematiza el efecto de dos autopistas que se cruzan de forma parecida a como lo hacemos en la figura 1 *(a)*. Para Nourse (3) la forma resultante sería la de la figura 1 *(b)*. Beckman (4) admite una estrella de cuatro puntas, como la representada en la figura 1 *(c)*. Smith (5) también admite, como el autor anterior, curvas isocostes formadas por segmentos rectos. Estos autores no ofrecen una demostración de sus afirmaciones, ni citan una fuente donde se encuentre. En este artículo vamos a analizar este problema con algún detalle, ya que lo consideramos importante en la Teoría de la Localización, especialmente en la agraria.

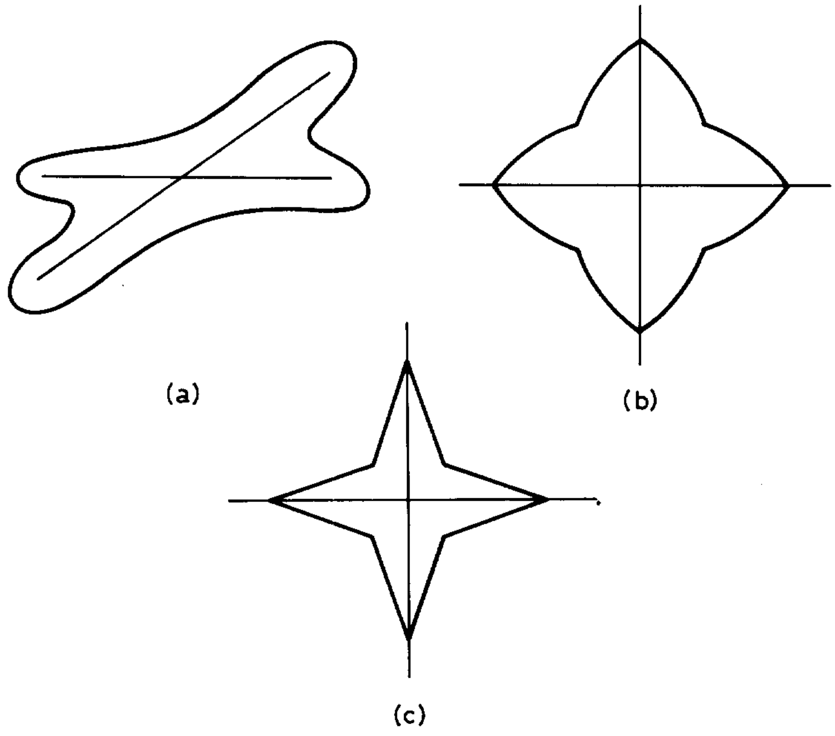

FIGURA 1

(2) Friedman, J. y Alonso, W. (editores). *Regional Policy: Readings in Theory and Applications*. The MIT Press. Cambridge, Mass., 1975; pág. 55.
(3) Nourse, H. O., *Economía Regional*. Oikos-Tau. Barcelona, 1969.
(4) Beckman, M., *Location Theory*. Random House. N. Y., 1968; pág. 65.
(5) Smith, D. H., *Industrial Location: An Economic Geographical Analysis*. John Wiley & Sons. N. Y., 1971; pág. 205.

I. LA LEY DE REFRACCION DE PALANDER

Supongamos dos superficies de transporte separadas por una frontera recta, tal como se esquematiza en la figura 2. Estas superficies de transporte no son sino zonas que podemos considerar isótropas respecto al transporte, cada una de ellas caracterizada por unos costes de transporte unitarios dados.

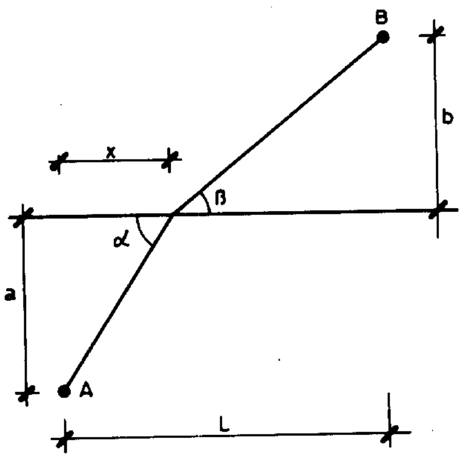

FIGURA 2

Admitamos que el coste unitario de transporte en la superficie de transporte a la que pertenece el punto A es t_0, mientras que para la que contiene al punto B es t_1. La recta FF' es la frontera entre ambas. Para esta situación Palander (6) señaló que el coste de transportar una unidad de producto de A a B vendrá dado por la ecuación (1). El mínimo de este valor vendrá dado por la condición expresada por la ecuación (2):

$$CTT = t_0 (a^2 + x^2)^{1/2} + t_1 [(L - x)^2 + b^2]^{1/2} \tag{1}$$

$$\cos \alpha = \frac{t_1}{t_0} \cos \beta \tag{2}$$

(6) Palander, T., *Beträge zur Standortsheorie*. Alqvist & Wiksells. Uppsala, 1935.

donde

$$\cos \alpha = \frac{x}{(a^2 + x^2)^{1/2}}$$

y

$$\cos \beta = \frac{L - x}{[(L - x)^2 + b^2]^{1/2}}$$

Obsérvese que cuando $t_0 = t_1$ (ambos puntos pertenecen a una misma superficie de transporte), el camino óptimo es una línea recta entre A y B.

II. CALCULO DE UNA RUTA DE ACCESO

Tomemos una superficie de transporte en la cual el coste unitario de transporte, t_0, es constante. Esta superficie se halla atravesada por una vía privilegiada de transporte (una carretera) sobre la cual el coste unitario de transporte es t_1, suponiendo $t_1 < t_0$. Esta situación se esquematiza en la figura 3, donde el eje OY es la ruta privilegiada de transporte. ¿Qué camino se seguirá para alcanzar la planta, localizada en el origen, desde un punto A de coordenadas (x, y), de forma que se incurra en unos costes de transporte mínimos por unidad de producto?

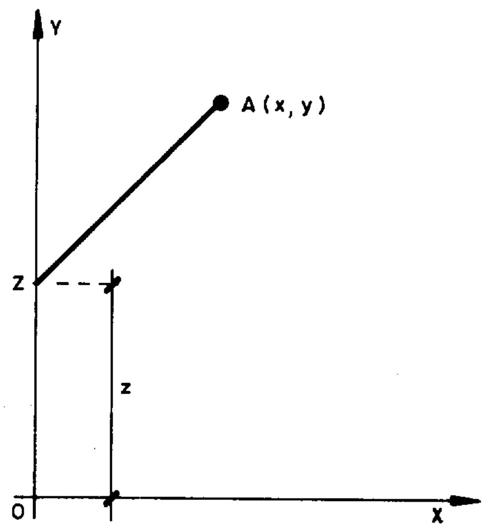

FIGURA 3

Supongamos que se alcanza la ruta en un punto situado a una distancia z del origen. Los costes de transporte en que incurre al transportar una unidad de producto vienen dados por la ecuación (3).

$$CTT = t_0\,[(x^2 + (y - z)^2]^{1/2} + t_1 z \tag{3}$$

El valor que minimiza (3) viene dado por la ecuación (4)

$$\cos\alpha = \frac{y - z}{[(x^2 + (y - z)^2]^{1/2}} = \frac{t_1}{t_0} \tag{4}$$

Obsérvese que el valor de (4) coincide con el de (2) para $\beta = 0$.

La ecuación (4) será el valor que minimiza (3) siempre que $x > 0$ y $z \geqslant 0$ (lo que implica $y > z$ para $\alpha > 0$) en el primer cuadrante.

III. UN METODO PARA HALLAR LA FRONTERA DEL AREA DE MERCADO

En lo que sigue vamos a exponer la forma de hallar la frontera de una planta aislada, localizada sobre una o varias vías privilegiadas de transporte.

Supongamos que la planta se halla localizada en el origen de coordenadas del sistema representado en la figura 4. La vía privilegiada de transporte coincide con el eje OY. Inicialmente vamos a deducir las fronteras para el primer cuadrante.

Dado un nivel de costes de transporte T por unidad de producto, vamos a determinar los puntos de la curva isocoste de transporte correspondiente.

Para $y = 0$, el punto A' estará a una distancia del origen dada por $x = T/t_0$, ya que el camino óptimo va de A' a O a lo largo del eje OX. Cuando $z = \epsilon$, $\epsilon \longrightarrow O$, se tenderá a alcanzar la ruta OY según un ángulo α. En el límite se mantendrá ese ángulo y se alcanzará el origen sin acceder a la ruta, transportándose el producto en línea recta de A'' a 0 atravesando la superficie de transporte. El punto A'' se halla a una distancia T/t_0 del origen. Los puntos comprendidos entre A'' y A' vendrán dados por un arco trazado con centro en O, radio T/t_0 y amplitud $(\Pi/2) - \alpha$.

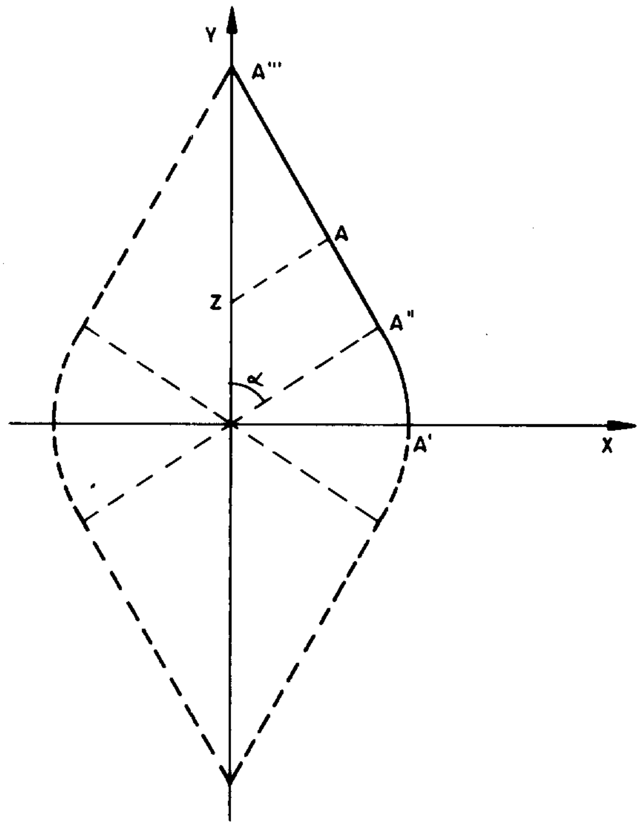

FIGURA 4

Para $x = 0$, el camino óptimo es seguir la ruta OY. El punto frontera A''' se hallará a una distancia T/t_1 del origen.

Los puntos A, comprendidos entre A''' y A'' habrá que determinarlos con ayuda de las ecuaciones (3) y (4) para el nivel T de costes de transporte por unidad de producto.

Desde un punto cualquiera A, de coordenadas (x, y), comprendido entre A''' y A'', se alcanza la ruta OY a una distancia z del origen mediante un camino que forma un ángulo α con ese eje. Al recorrer una distancia z por la ruta OY, se consume una parte de los costes de transporte. Queda por consumir una cantidad $T - t_1 z$. Esta última parte de los costes de transporte se consume atravesando la superficie de transporte. Habrá de verificarse, por tanto, la ecuación (5).

$$t_0 (x^2 + (y - z)^2)^{1/2} = T - t_1 z \tag{5}$$

La distancia $ZA = (x^2 + (y - z)^2)^{1/2}$ vendrá dada por la ecuación (6).

$$ZA = \frac{T - t_1 z}{t_0} \tag{6}$$

Cuando t_1 es constante, existe una relación lineal entre ZA y z. Es fácil comprobar que el triángulo $OA''A'''$ es rectángulo (el ángulo $OA''A'''$ es recto). Para este triángulo se verifica que cualquier paralela a OA'' trazada desde cualquier punto Z, distante z de O, cumple la condición (6) para ser ZA. Por tanto, los puntos A'', A y A''' están alineados.

Para construir el área de mercado de la planta localizada en O, para un nivel de costes de transporte T por unidad de producto, podemos proceder de la siguiente forma: con centro en O y partiendo del eje OX trazamos un arco de radio T/t_0 y amplitud $(\Pi/2) - \alpha$. Sobre el eje OY se determina el punto A''', situado a una distancia T/t_1 de O. El punto A''' y el extremo A'' del arco se unen mediante una recta. Procediendo de igual forma para el resto de los cuadrantes obtendríamos el área de mercado correspondiente.

Cuando el eje OX es también una ruta similar a OY, se obtiene una estrella de cuatro puntas, como la representada por Beckman. Cuando el coste unitario de transporte en el eje OX es t_x, en el eje OY es t_y y en la superficie de transporte es t_0, y se verifica $t_0 > t_x > t_y$, se obtiene una estrella de cuatro puntas con dos brazos largos sobre OY y otros dos cortos sobre OX. En la figura 5 se representa este caso.

Volviendo al caso representado en la figura 4, si los costes unitarios de transporte en la superficie de transporte, t_0, son constantes y sobre el eje OY, t_1, son decrecientes con la distancia, el punto A''' se alejará del origen para un mismo nivel de costes de transporte T por unidad de producto. Para una z cualquiera, la porción consumida de T será menor, en comparación con el caso

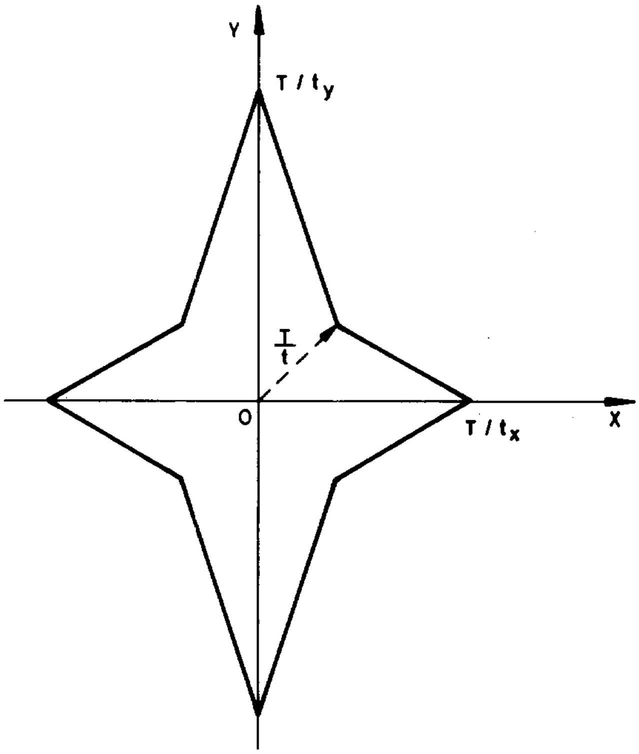

FIGURA 5

estudiado antes, t_1 constante, contra más lejos se halle z. Por otra parte, el ángulo α varía con z, ya que en este caso la ecuación (4) se transforma en la (7).

$$\cos \alpha = \frac{y - z}{(x^2 + (y - z)^2)^{1/2}} = \frac{t_1(z)}{t_0} + \frac{z}{t_0} \frac{dt_1(z)}{dz} \tag{7}$$

donde

$$\frac{dt_1(z)}{dz} < 0$$

El coseno de α decrecerá al incrementarse z, incrementándose el ángulo α. La distancia ZA vendrá dada por la ecuación (8).

$$ZA = \frac{T - t_1(z)z}{t_0} \qquad (8)$$

Para este caso A'' y A''' será una curva convexa, como puede comprobarse dibujando algunos puntos intermedios A. Este caso recuerda lo afirmado por Alonso.

En el supuesto de que t_0 sea constante y t_1 crezca con la distancia, entonces A''' se acerca al origen, mientras que al incrementarse el valor de z aumenta el valor de cos α y disminuirá el valor de α. Por otra parte, ZA se incrementará para cada z, con lo que la curva A'' A''' será cóncava. Este caso recuerda lo expuesto por Nourse.

En la figura 6 se representan los tres casos estudiados. La recta 1 se obtiene para $t_0 > t_1$, ambos constantes. La curva 2 se obtiene para t_0 constante, $\frac{dt_1(z)}{dz} < 0$ (t_1 decreciente) y $t_0 > t_1$.

La curva 3 se obtiene para t_0 constante, $\frac{dt_1(z)}{dz} > 0$ (t_1 creciente) y $t_0 > t_1$.

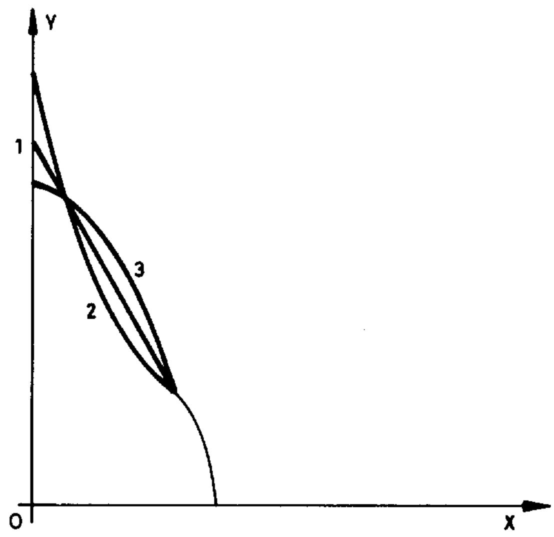

FIGURA 6

Para el caso de una planta industrial agraria localizada en el origen, y una serie de agricultores que le llevan una materia prima producida sobre la superficie de transporte, es bastante razonable suponer que t_1 crece con la distancia. Aunque los costes unitarios de transporte propiamente dichos tenderán a ser constantes o ligeramente decrecientes, en la mayoría de los casos la incomodidad que representa recorrer grandes distancias para los agricultores, puede hacer que psicológicamente les parezca que t_1 crece con la distancia. En este caso las áreas de mercado tenderán a ser cóncavas.

RESUMEN

En este artículo se presenta un método para determinar la forma del área de mercado de una planta industrial agraria aislada cuando el espacio isótropo para el transporte que rodea a la misma se halla atravesado por rutas en las cuales los costes unitarios de transporte son menores. Se discute también qué hipótesis implícitas sobre los costes de transporte se encuentran en los esquemas publicados sobre la forma del área de mercado.

RESUME

Cet article présente une méthode pour déterminer la configuration de l'aire de marché d'une installation industrielle agraire isolée, dont l'espace isotrope pour le transport alentour est traversé de circuits à coûts unitaires de transport moins elevés. On discute également les hypothèses implicites aux coûts du transport publiées ailleurs sur la configuration des aires de marché.

SUMMARY

This paper presents a method to find the form of a market area for an isolated plant when the isotropic space for transport which surrounds the plants is crossed by some routes with a smaller unitary transport cost. The implicit hypothesis found for the unitary transport costs in the schemes published on the form of the market area are also discussed.