

## **BASE DE DATOS Y METODO DE REGRESION MULTIPLE PARA ESTIMAR LOS PRECIOS DE LA TIERRA EN COSTA RICA**

---

*Luis Carlos Alfaro Rodríguez \**

---

### **RESUMEN**

En este artículo se presenta el método y la base de datos que se requiere para realizar la valoración de la tierra.

El método utilizado es el modelo de Alonso 1964, el cual se basa en el modelo de distancia y consiste en la aplicación de la ecuación de regresión múltiple. El método es el que aplica en la actualidad la Oficina de Avalúos de la Dirección General de Tributación Directa en Costa Rica.

### **RESUME**

In this article it is presented the method and the data base necessary to valorate the real states.

---

\* Investigador del Proyecto: Alternativas Metodológicas y Técnicas para mejorar el Cobro de los Impuestos a la Propiedad Territorial. Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional.

The utilized method is the models the Alonso 1964, the same is on models the distance through the multiple regression equation. This method is the same as the tax system office applies in Costa Rica.

## **RESUME**

Dans ce travail se présente la méthode et la base de données que sont réquis pour réaliser la valorisation de la terre.

La méthode utilisée est le modèle d' Alonso 1964, lequel se base dans le modèle de distance et consiste en l'application de l'équation de régression multiple. La méthode est appliquée actuellement par le bureau de valorisation de la Dirección General de Tributación Directa au Costa Rica.

## **PRESENTACION**

En este artículo se presenta el método y la base de datos que se necesita para realizar el cálculo del valor y precio de la tierra. El método aplicado tiene como marco de referencia teórico, el modelo desarrollado por la economía espacial neoclásica, el cual se basa en la concepción elaborada por Alonso en 1964 y las posteriores modificaciones introducidas en el modelo. Este modelo, parte de la hipótesis de que el precio de la tierra, es explicado a partir de la variación espacial de un conjunto de variables independientes explicativas.

### **I. METODO DE LA ECONOMIA ESPACIAL NEOCLASICA PARA ESTIMAR EL PRECIO DE LA TIERRA**

Existen diversas formas y métodos para calcular el valor o precio de la tierra. El método más aplicado es el modelo desarrollado por la economía espacial, el cual parte del hecho de que el precio de la tierra es una variable dependiente, y como tal, es explicada por un conjunto de variables independientes que explican el valor o precio de la tierra.

El método se basa en la aplicación de la ecuación de regresión múltiple, la cual a partir de funciones y de un conjunto de valores conocidos, permite calcular los precios de la tierra, para el conjunto de parcelas a las cuales no se les ha realizado el avalúo. Lo anterior, considerando las variables cuantitativas y cualitativas del espacio construido. La aplicación de este método es de gran valor práctico cuando se trata de la valoración del conjunto de la propiedad.

#### **1. METODO DE ANALISIS**

- 1.1 Aplicar el método de regresión múltiple para calcular los valores de la tierra a partir de una muestra de precios de mercado.

- 1.2 Identificar las variables más significativas en la determinación de los valores de cada parcela.
- 1.3 Dividir y clasificar por zonas económicas homogéneas aplicando la categoría Espacio Económico Homogéneo.

## **2. AREA DE ESTUDIO Y MUESTREO**

El área de estudio está representada por el cantón de Heredia, con un área de 31 km<sup>2</sup> y un total de 125 mapas catastrales escala 1:1.000 y cerca de 30.000 propietarios.

El paso siguiente, consiste en determinar el tamaño de la muestra y su distribución. El muestreo debe estar estratificado por zonas y debe ser proporcional al número de parcelas de cada plano y hoja catastral.

Luego de seleccionar y ubicar cada una de las muestras, es necesario recolectar y levantar la información de cada parcela. La recolección de la información se realiza aplicando una ficha de información elaborada por la tributación. Este instrumento contiene los datos de cada una de las variables incluidas en el modelo. (Anexo 1).

## **3. DESCRIPCION DEL MODELO Y BASE DE DATOS**

El modelo de regresión múltiple en realidad es un modelo de distancia, que parte del principio o ley de que los valores de la tierra aumentan o disminuyen de acuerdo con la distancia a un punto central y de acuerdo con el peso específico de cada una de las variables independientes que determinan el valor.

## **4. LA BASE DE DATOS DE UN SISTEMA DE INFORMACION TERRITORIAL PARA CALCULAR EL PRECIO DE LA TIERRA**

La base de datos que se necesita para desarrollar un sistema de información territorial que permita el cálculo de los precios de la tierra, se puede clasificar en las siguientes categorías de información.

- 4.1 La información sobre la estructura legal de la propiedad, resume los datos legales del propietario y del avalúo.
- 4.2 Las características y descripción de la finca o parcela: la localización geográfica, la descripción gráfica, regularidad, forma y área en metros cuadrados.
- 4.3 La base de datos para valorar el terreno. En conjunto 24 variables independientes como: el uso del suelo, la infraestructura, servicios, entre otras.

- 4.4 La información y datos necesarios para calcular el valor de la construcción y de las mejoras a la propiedad. En conjunto incluye la clase y tipo de construcciones, edificaciones, instalaciones, ampliaciones y remodelaciones, entre otras.

**5. LA INFORMACION DE LA ESTRUCTURA LEGAL DE LA PROPIEDAD**

- 5.1 El número y año del avalúo
- 5.2 Nombre y cédula del propietario
- 5.3 Localización geográfica del propietario. Dirección exacta.
- 5.4 Localización de la parcela, de acuerdo con: cantón, distrito, mapa catastral, y número de parcela.

**6. LA INFORMACION SOBRE LAS CARACTERISTICAS Y DESCRIPCION DE LA PARCELA**

- 6.1 Localización por latitud y longitud.
- 6.2 Localización por número de mapa catastral y número de parcela.
- 6.3 Area de la parcela. Es la medida en metros cuadrados de la parcela.
- 6.4 Accesibilidad. Es la distancia al punto de mayor valor y/o la distancia en metros al servicio más cercano, por la ruta más corta.
- 6.5 Frente. Se mide en metros lineales y es el frente del lote o parcela que se ubica frente a la calle o avenida principal.
- 6.6 El nivel. Se refiere a la ubicación de la parcela en relación con la calle. Se clasifican así, con cero las parcelas cuyo frente está a nivel de calle, con valor negativo si está bajo nivel y positivo si está sobre nivel.
- 6.7 Ubicación del lote en la manzana. De acuerdo con la posición de la parcela dentro de la manzana se clasifican las parcelas utilizando las siguientes categorías.

Tipo 1	Lote manzanero	Tipo 5	Lote medianero (un frente)
Tipo 2	Lote cabecero	Tipo 6	Lote de callejón lateral
Tipo 3	Lote esquinero	Tipo 7	Lote callejón de fondo
Tipo 4	Lote medianero (dos frentes)	Tipo 8	Lote interior

## 7. LA FORMA DE LA PARCELA

Para determinar el grado de regularidad de la forma de las parcelas se calcula un coeficiente de regularidad, el cual expresa el grado posible de eficiencia en el uso de la propiedad.

El coeficiente de regularidad se calcula de la siguiente forma:

$$CR = \sqrt{\frac{\text{Area de rectángulo inscrito}}{\text{Area de la parcela}}}$$

$$CR = \sqrt{\frac{ART}{ATP}}$$

Donde:

CR	=	coeficiente de regularidad
ARI	=	Area del mayor rectángulo inscrito
ATP	=	Area total de la parcela en metros cuadrados

## 8. DATOS E INFORMACION PARA VALORAR LA TIERRA

- 8.1 Clasificación por clase, tipos y zonas. Esto consiste en dividir el área de estudio de acuerdo con la clasificación en zonas económicas homogéneas, las cuales se pueden determinar a partir de un conjunto de características. A continuación dentro de cada zona económica homogénea se determinan las clases y tipos dominantes de edificaciones.

En general la Oficina de Tributación Directa define las siguientes clases y tipos de uso comercial.

- 8.2 Tipo de comercio, donde se determinan cuatro tipos numerados de acuerdo con una escala ascendente 0 a 4 que determinan la influencia del comercio sobre los valores de la tierra. Las propiedades fuera del área comercial se clasifican con cero, las clasificaciones 1 y 2 se adjudicaron a predios dentro de la zona comercial con menor desarrollo y las clases 3 y 4 para calificar a las propiedades ubicadas dentro de las áreas con una fuerte actividad comercial. Las propiedades fuera de las áreas comerciales se clasifican con cero.
- 8.3 Servicios públicos. Se clasifican con uno (1) la presencia de los diferentes servicios (acera, cordón, caño, alcantarillado, teléfono, cañería, electricidad y alumbrado público) y se registran con cero la no existencia de los mismos.

8.4 El tipo de vía pública. Estas se definen a partir de la siguiente clasificación:

- Tipo 1. Une cabeceras de provincia (autopistas).
- Tipo 2. Une cantones o son vías de gran importancia para una zona densamente poblada dentro de un cantón o distrito.
- Tipo 3. Une cantones con distritos o zonas muy pobladas. Se presenta en el interior de las urbanizaciones y en barrios de clase media y alta.
- Tipo 4. Comunica con caseríos, permite la entrada sólo a vehículos livianos, velocidad restringida (lastre).
- Tipo 5. Características similares a la anterior, transitable sólo durante la estación seca.
- Tipo 6. Vía para carretas o bestias, no permite el paso de vehículos automotores.
- Tipo 7. Servidumbre o alameda.
- Tipo 8. Accesibilidad por acera.
- Tipo 9. Vía férrea.

8.5 Tipo de residencia. Esta variable es medida de acuerdo con el tipo de vivienda predominante en la zona dentro de la cual se ubica la parcela a valorar. Más adelante se presentan los tipos de construcción, de acuerdo con las características propias de cada construcción.

8.6 Topografía o pendiente: Se clasificó de acuerdo con los siguientes rangos:

- |  |            |     |
|--|------------|-----|
| Clase 1. Plana: con pendientes que varían de   | 0 a menos  | 5%  |
| Clase 2. Ondulada: con pendiente de            | 5 a menos  | 15% |
| Clase 3. Accidentada: con pendiente fuerte     | 15 a menos | 30% |
| Clase 4. Muy fuerte: con pendientes superiores | 30% y más  |     |

Esta última con fuerte restricción para construir.

8.7 Parcela y mapa. Esto es la forma de identificar una parcela en el sistema de catastro nacional. Se identifica la parcela mediante el número que corresponde a un determinado mapa catastral y otro número que permite identificar la parcela en particular.

- 8.8 Area catastral. Es el área en metros cuadrados que corresponde al catastro nacional o plano catastrado, se anota en metros cuadrados con dos decimales.
- 8.9 Areas de registro. Es el área en metros cuadrados inscrita en el registro público de la propiedad. El sistema trabaja primero, con el área catastral y en segundo lugar, con el área de registro.

## II. METODO DE VALORACION DEL TERRENO

El Departamento de Avalúos de Tributación Directa en Costa Rica, ha venido realizando la valoración de los terrenos mediante la aplicación del método de regresión múltiple. Este método permite determinar el valor del metro cuadrado de la tierra a partir de una muestra de precios de la tierra.

Entre las variables y procedimientos más importantes considerados en la aplicación del modelo señalamos las siguientes:

- 1. Zonas según predominio del uso del suelo. Es la división del territorio en áreas homogéneas. Esta división se hace de acuerdo con el uso y valores medios del espacio construido. Este refleja la densidad de población del sector, servicios públicos, zonificación oficial, uso del suelo, área promedio del terreno.

Se han determinado cuatro zonas según el uso dominante:

- 1.1 Zona de uso comercial y de servicios
  - 1.2 Zona de uso residencial
  - 1.3 Zona de uso industrial
  - 1.4 Zona de uso agropecuaria
- 2. La zona de uso comercial ( $X_1$ ) se clasifica según la importancia del comercio. Esta se clasifica con cero (0) cuando no hay influencia, con uno (1) si es mínima, con dos (2) si es mayor y hasta cuatro (4) donde el uso es totalmente comercial.
  - 3. La zona residencial. La zona residencial se clasifica de acuerdo con el tipo de vivienda, las cuales se clasifican de 1 a 11, de acuerdo con las características y calidad de las construcciones. A cada clase y tipo le corresponde un valor unitario promedio, el cual se utiliza para valorar las construcciones y como punto de referencia para estimar el valor de tierra. De acuerdo con la clase y tipo predominante en una zona o sector, así se clasifica el tipo de residencia en la zona.
  - 4. Infraestructura ( $X_9$ ). Vía pública o carretera, se agrupan según sus características y se clasifican de acuerdo con la calidad y conectividad respecto de centros importantes y se clasifican de 1 hasta 9 indicando todos los tipos de vías.

5. Infraestructura servicios ( $X_2 \dots X_8$ ). Cañería, electricidad, teléfono, alumbrado, acera, cordón, caño y alcantarillado. Estos servicios se califican dentro del modelo con (1) si existen y con cero (0) si no existen.
6. Topografía ( $X_{10}$ ). Esta se presenta con la escala indicada anteriormente y va de 1 a 4 de acuerdo con el porcentaje de la pendiente de la propiedad.
7. El nivel ( $X_{11}$ ). Define la ubicación de la parcela en relación con la vía pública. Esta se indica en metros lineales sobre nivel de 0 a 99.99 y de 0 a menos 99.99 bajo nivel. El mínimo absoluto es 00.00 metros y representa la ubicación a nivel.
8. Coeficiente de regularidad ( $X_{12}$ ). Se calcula como se ha indicado y se indica de 0.1 a 1., se utiliza el frente principal y el fondo para calcular el índice y se aplica como, factor de corrección y ajuste.
  - 8.1 Frente principal: Es el frente de acceso a la parcela, se expresa en metros lineales. (Este dato se utiliza para el cálculo del coeficiente de regularidad y como factor de modificación del avalúo).
  - 8.2 Fondo. Es la medida de proyección interior de la parcela y se expresa en metros lineales. (Este dato se utiliza para el cálculo del coeficiente de regularidad).
9. Ubicación en manzana ( $X_{13}$ ). Esta variable define al tipo de ubicación de la parcela respecto de la vía pública. La Oficina de Avalúos ha definido los ocho tipos señalados (1 a 8) anteriormente. Se registra el valor del tipo de vía en que se ubica cada parcela.
10. Hidrología ( $X_{14}$ ). Se refiere a la existencia o no de algún cauce de río o acequia, definen las siguientes categorías:
  - Clase 0. Cuando no existe.
  - Clase 1. Cauce con agua todo el año, ríos o acequias con potencial de riego.
  - Clase 2. Cauce con agua durante todo el año, uso doméstico y pozos.
  - Clase 3. Cauce o fuentes sólo en período de lluvia, ojos de agua y pozos.
11. Clase de suelo ( $X_{15}$ ). El tipo de suelo de acuerdo con la escala de 1 a 8 del mapa de capacidad de uso del suelo, de acuerdo con los mapas 1:200.000 de SEPSA.
12. Construido ( $X_{16}$ ). Se anota un uno (1) si presenta alguna construcción con valor fiscal, o cero (0) en caso contrario.



13. Distancia al punto de mayor valor ( $X_{17}$ ). Es la menor distancia medida en metros sobre calle desde el punto de mayor valor hasta el punto en que se ubica la parcela.
14. Ecuación P/C/Z/. Este paso consiste en determinar la ecuación de regresión apropiada para valorar cada parcela. La primera casilla (P), corresponde a la provincia (escala de 1 a 7), la siguiente determina el cantón (escala de 1 a 81) y la última define el tipo de ecuación según la zona, la cual se describe a continuación: uno (1) si es ecuación para zona comercial y de servicios urbanos, dos (2) si es zona residencial, tres (3) si es rural o agropecuaria, cuatro (4) para las zonas industriales y cinco (5) si es una ecuación general, que abarca varias zonas.

Algunas de las variables se aplican dependiendo del tipo de ecuación según corresponda.

### III. EL METODO DE ANALISIS DE REGRESION MULTIPLE

El análisis de regresión múltiple consiste en el análisis de la relación o dependencia de una variable con respecto a una o varias variables independientes.

El método de análisis de regresión múltiple consiste en la relación por medio de funciones de las diferentes variables explicativas y el precio de la tierra. Este método permite calcular el valor absoluto del precio de la tierra.

El cálculo del valor o precio de la tierra se logra ajustando los valores por medio de los coeficientes de regresión. Este método se puede aplicar a un número de valores de una muestra levantada en el campo y a un conjunto de muestras de compra y venta de propiedades en el mercado de la tierra.

El modelo matemático tiene la siguiente forma (Horst, Karl; Dobner, 1983):

$$Y = a (X_1 \dots X_p / b_1 \dots b_q)$$

Donde:

Y = Valor o precio unitario de la tierra

$X_i$  = La i-ésima variable independiente que corresponde al i-ésimo factor del valor ( $i = 1 \dots q$ )

$b_j$  = El j-ésimo parámetro en la función que toma en cuenta el efecto del factor ( $X_i$ ) en el valor ( $j = 1 \dots q$ )

a = La forma supuesta de la función

Para determinar el valor Y, se miden las diferentes variables o factores y el grado específico en que afecta cada uno de ellos, al valor.

En el caso de utilizar un método con la aplicación de un análisis multivariable lineal, la fórmula matemática se expresa como sigue:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n + e$$

Donde:

Y = Valor unitario de la tierra, variable dependiente

$X_1, X_2, \dots, X_n$  Variables descriptoras de la propiedad,  
-variables independientes-

$b_1, b_2, \dots, b_n$  Coeficiente de regresión parámetro de influencia de cada factor o variable en la formación del precio de la tierra.

e = Error estándar de estimación

El ajuste se logra determinando, en el modelo, la magnitud de los N + 1 coeficientes de dos formas:

1. Solución de mínimos cuadrados. Lo cual se obtiene cuando se minimiza la suma de cuadrados de las desviaciones (errores residuales) de los valores (predicciones) calculadas con valores (compra-venta) registrados.
2. La solución de máxima probabilidad. Lo cual se obtiene al maximizar la probabilidad de que los valores estimados sean los más reales.

Si la relación funcional es

$$Y = b_0 + b_1 X$$

El modelo estadístico asociado será entonces:

$$Y = b_0 + b_1 X + e$$

El método de mínimos cuadrados, es aplicado para obtener una ecuación de regresión, ecuación de estimación y de predicción, lo cual representa una línea recta.

El método de regresión múltiple es aplicado para calcular el valor o precio de la tierra de las propiedades que no han sido valoradas. Para lograr este objetivo, se

utilizan los factores o valores absolutos de las variables calculadas en el modelo de regresión.

#### IV. DESCRIPCION Y CODIFICACION DE LAS VARIABLES APLICADAS EN EL MODELO

Y = valor o precio de la tierra variable dependiente

X<sub>1</sub> = Uso del suelo

Comercio 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4

Residencial 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12.

Industrial 3.0, 3.1, 3.2, 3.4.

Agrícola 4.1, 4.2, 4.3, 4.4

X<sub>2</sub> Cañería Sí (1) No (0)

X<sub>3</sub> Electricidad Sí (1) No (0)

X<sub>4</sub> Teléfono Sí (1) No (0)

X<sub>5</sub> Alumbrado Sí (1) No (0)

X<sub>6</sub> Acera Sí (1) No (0)

X<sub>7</sub> Cordón Sí (1) No (0)

X<sub>8</sub> Caño Sí (1) No (0)

X<sub>9</sub> Alcantarillado Sí (1) No (0)

X<sub>10</sub> Tipo de vía 1,2,3,4,5,6,7,8,9

X<sub>11</sub> Topografía 1,2,3,4

X<sub>12</sub> Hidrología 0,1,2,3

X<sub>13</sub> Clase de suelo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

X<sub>14</sub> Construido Sí (1) No (0)

X<sub>15</sub> Accesibilidad I Es la distancia al punto de mayor valor central. En metros lineales.

X<sub>16</sub> Accesibilidad II Es la distancia al servicio público más cercano, en metros lineales.

## V. FACTORES DE MODIFICACION Y AJUSTE DE LOS VALORES DE LA TIERRA, SEGUN CARACTERISTICAS, FORMA, TIPO Y AREA DEL TERRENO

El método de valoración de la tierra requiere la aplicación de un conjunto de métodos de modificación y ajuste de los valores promedios o valores base por zona. La mayoría han de tener en cuenta las siguientes variables y criterios de ajuste de los precios de la tierra.

X<sub>17</sub> Tipo de lote 1, 2, 3, 4

X<sub>18</sub> Forma de la parcela regular (1), irregular (2), muy irregular (3). Calcular el coeficiente de regularidad.

X<sub>19</sub> Nivel de la parcela, se indica en metros cuadrados de 1 a 100 como se ha indicado.

X<sub>20</sub> Ubicación en manzanas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

X<sub>21</sub> Frente es la medida en metros lineales del frente principal.

X<sub>22</sub> Fondo, medida en metros lineales del fondo en línea recta.

X<sub>23</sub> El área en metros cuadrados del terreno.

X<sub>24</sub> Ubicación esquinera.

## VI. METODO DE APLICACION DEL MODELO

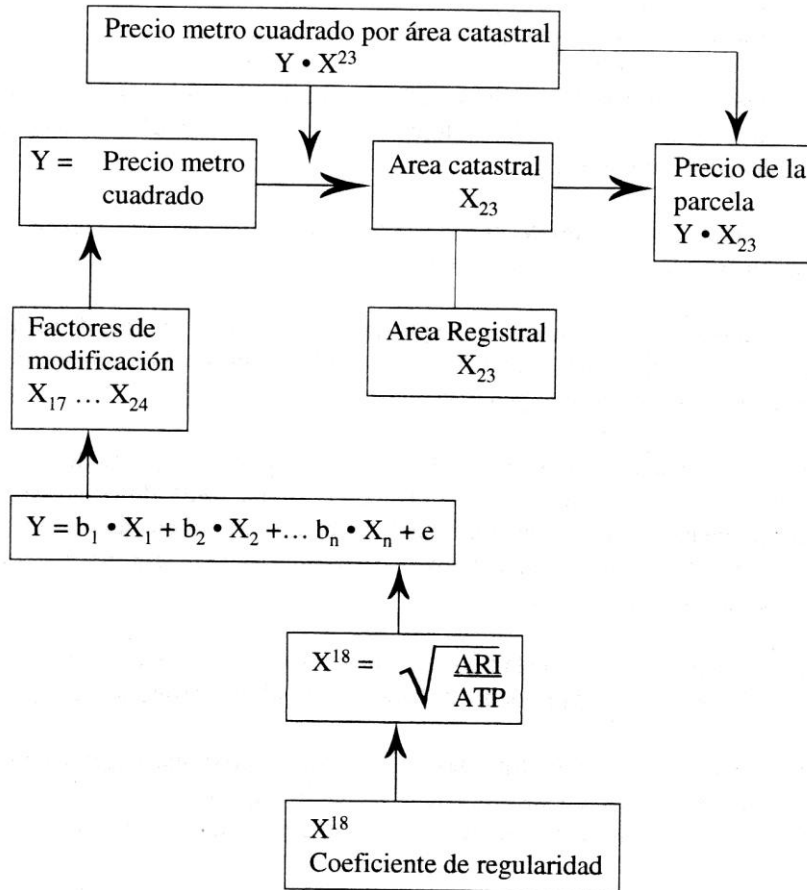
En resumen, el método ha de considerar las siguientes etapas, procedimientos y cálculos.

1. Determinar el modelo de regresión a aplicar. Esta fase debe incluir la descripción, clasificación y codificación detallada de cada una de las variables independientes o explicativas.
2. Indicar los criterios y parámetros de modificación de los valores absolutos obtenidos por zona.
3. Definir, seleccionar y localizar el tamaño de la muestra de oferta del mercado de la tierra.

4. Recolectar la información necesaria de una muestra de mercado, de acuerdo con los datos y variables del modelo. Esto permitirá conocer los valores o precios de la tierra en localizaciones específicas.
5. Completar la base de datos e información, con todos y cada uno de los datos que se requiere, para calcular los valores de la tierra, para todo el conjunto de propiedades o universo.
6. Calcular los coeficientes de regresión y determinar el grado de influencia, en la explicación de los precios de la tierra.
7. Revisar el modelo, de modo que se pueda eliminar aquel conjunto de variables que por el comportamiento del coeficiente de regresión no tengan mayor influencia explicativa del precio de la tierra.
8. Estimar los valores o precios de la tierra para el conjunto de propiedades de las cuales no se conoce el valor. Este valor se calcula, tomando como base los valores de la muestra y mediante la aplicación de los coeficientes de regresión se estiman los valores de la tierra, para las parcelas que corresponden, como se ha explicado en el modelo.
9. *Determinar los precios de la tierra según zonas. Esto consiste, en una generalización de los valores promedio de la tierra, en cada zona o espacio geográfico.*
10. El cálculo del valor o precio promedio individual. Esto se realiza aplicando cada uno de los valores, los factores de corrección y ajuste de los valores, según corresponda a la influencia de cada factor en el precio unitario de la tierra en cada zona.
11. El cálculo del valor de cada parcela individual. Esto se realiza multiplicando el precio promedio ajustado en cada caso, por el área total en m<sup>2</sup> de la parcela.

La aplicación de este método permite determinar el valor o precio de la tierra en las distintas zonas del espacio urbano, en especial, en aquellas propiedades a las que no se les ha realizado el avalúo y de las cuales no tenemos ninguna información de mercado. Este método nos permite calcular el precio unitario individual para cada parcela, lo que posibilita la realización del avalúo individual y para cada parcela del conjunto.

## FORMA DE CALCULO DEL PRECIO DE LA TIERRA



## VII. METODO DE REGRESION MULTIPLE

Fórmula de regresión múltiple (Chamussy, Henri, 1980)

$$Y^1 = a \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2 + a_3 \cdot X_3 + \dots + a_n \cdot X_n + b_n + E$$

$Y^1$  = Variable dependiente o variable explicada, valor por metro cuadrado de la tierra ajustado por la ecuación de regresión.

$b_n$  = Inclinación de la recta de regresión para cada variable X

$a =$  Son los coeficientes de regresión (incógnitas)

$X_1, \dots, X_n =$  Son las variables explicativas o independientes

$E =$  La suma de los cuadrados de las desviaciones entre los puntos y el hiperplano

Para el cálculo de

$$a_1 = \frac{S^2 X_2 \text{COV}(X_1, Y) - \text{COV}(X_1, X_2) \cdot \text{COV}(X_2, Y)}{S X_1 S_2 X_1 - \text{COV}^2(X_1, X_2)}$$

$$Y^* = a_1 X_2 + a_2 x_2 + \dots + a_p \cdot x_p + b + E$$

Donde

$a_1, a_2, \dots, a_p$  Son los coeficientes de regresión (incógnitas).

$x_1, x_2, \dots, x_3$  Variables explicativas independientes.

$b$  Una constante e.

$Y^1$  La variable explicada, ajustada por la ecuación de regresión.

## LA ECUACION

$$Y = a_1 X_1 + a_2 x_2 + a_n X_n + b + E$$

$Y =$  Variable observada, precio del suelo

$E =$  La suma de los cuadrados de las desviaciones entre los puntos y el hiperplano

$$E = \sum_{i=1}^n (y_i - y^i)^2 = \sum_{i=1}^n [y_i - (a_1 x_{1i} + a_2 x_{2i} + \dots + a_n x_{ni} + b)]^2 = \text{mínimo}$$

Ecuación de regresión variables centradas

$$Y^1 - \bar{y} = a_1 (x_1 - \bar{x}_1) + a_2 (x_2 - \bar{x}_2); \dots$$

$$Y^1 = a_1 x_1 + a_2 x_2 - a_1 \bar{x}_1 - a_2 \bar{x}_2 + \bar{y}$$

Por lo tanto

$$b = -a_1 \bar{x}_2 - a_2 \bar{x}_2 + \bar{y}$$

## BIBLIOGRAFIA

- Alfaro, Rodolfo, Fernández, José M., Soto, Julia, Montealegre, Francisco. *Modelo para la estimación del valor de terrenos en el Distrito Primero del Cantón Central de la Provincia de Heredia*. Dirección General de la Tributación Directa. Departamento de Avalúos, San José, Costa Rica, 1990, 38 pp.
- Castro, U. Rómulo, Ronald Rojas A. y Hernán López R. *Tabla de valores unitarios por tipología constructiva*. Ministerio de Hacienda, San José, Costa Rica, 1991, 86 pp.
- Chamussy, Henri. *Iniciación a los Métodos Estadísticos en Geografía*. Editorial Ariel, Barcelona, 1980, 284 pp.
- Cuendis, Beatriz. *Sugerencias para la Computarización de Avalúos*. Ministerio de Hacienda, San José, 1989, 53 pp.
- Dobner, Ebert, Karl Dobner. *La valoración de predios urbanos*. Ed. Concepto S.A., México, 1983.
- Granelle, Jean. *Los precios del suelo en zonas urbanas*. S.R.F.
- Mills, Edwin. *El valor del suelo urbano*. En: **La calidad del medio ambiente urbano**. Harvey S. Perloff. Editorial Oikos-Tau, pp. 239-261.
- Mills, Edwin. *Economía Urbana*. Ed. Diana, México, 1975, 327 pp.
- Wingo, Lowdon. *Transporte y suelo urbano*. Ed. Oikos-Tau, Barcelona, España, 1972, 142 pp.



