



Conciencia Tecnológica

ISSN: 1405-5597

contec@mail.ita.mx

Instituto Tecnológico de Aguascalientes
México

Correa Medina, Juan Gabriel; Hernández Díaz, Reyes
Localización de Instalaciones. Enfoque Cuantitativo
Conciencia Tecnológica, núm. 26, 2004
Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Aguascalientes, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94402604>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

5 Localización de Instalaciones, Enfoque Cuantitativo

Investigación Técnica

M.C. Juan Gabriel Correa Medina

Profesor Investigador del Departamento de Sistemas de Información
Universidad Autónoma de Aguascalientes, Edificio 26, Campus Universitario, Av. Universidad No. 940,
Frac. Bosques del Prado Sur, Aguascalientes, Ags., C.P. 20100, Tel. (449) 910 84 17,
gabriel_correa@yahoo.com.mx

M.C. Reyes Hernández Díaz

Profesor Investigador del Departamento de Ingeniería Industrial
Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Av. Adolfo López Mateos No. 1801 Ote. esq. Av. Tecnológico,
Frac. Ojocaliente, Aguascalientes, Ags., C.P. 20256, Tel. (449) 910 50 02, reyes.hernandez@itesm.mx

Resumen

Aplicación de la Informática a el problema de localización de instalaciones desde un aspecto cuantitativo, tomando como base el método de centro de gravedad, utilizando tanto la técnica de la mediana simple como la de distancias euclidianas.

Dicho artículo es un extracto de la tesis de grado, Ubicación de Empresas, Enfoque Cuantitativo, cuyo sustentante es el autor del presente artículo. Cabe mencionar que dicha tesis fue auspiciada por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Aguascalientes (CONCYTEA).

Palabras clave

Toma de decisiones, Sistema de Información Geográfico, Método de Centro de Gravedad

Introducción

Desde que la sociedad comenzó a constituirse como tal, la información siempre ha sido un eje de primordial importancia debido a la necesidad de tomar decisiones, es decir, definir las estrategias a seguir, de cuales se desprende la autonomía, seguridad y estabilidad tanto política como económica de cualquier grupo integrado como sociedad, que busca sobre todo el bienestar propio de su grupo y/o comunidad.

Con la aparición de la computadora personal y las telecomunicaciones modernas, consecuentemente la sociedad ha evolucionado a una forma de vida dinámica muy acelerada, tomando como factores primordiales el tiempo, dinero y tecnología. Para las nuevas generaciones de gerentes y líderes de una empresa o país, es importante contar con la información más actualizada posible, para con ello, emprender políticas y acciones con la finalidad de eficientar el uso de todos los recursos con que cuentan.

Una de las consecuencias de la vida moderna, sin lugar a dudas es la globalización. Para la mayoría de gerentes y emprendedores de negocios un reto lo constituye una decisión que tal vez sólo enfrente una vez en su vida: *la ubicación física de la empresa*.

En nuestro país, no es del todo desconocido que no existe la cultura de la planeación de las estrategias, cuando de ubicar un lugar para emprender un negocio se trata, aunque el dilema no es exclusivo de nuestra nación. Para algunos países, las estrategias aplicadas son fuente de constante preocupación para el bienestar político y económico, y debido a esa razón ya se han formalizado instituciones dedicadas a investigar y aplicar metodologías como una forma de sostener e impulsar su autonomía. Un ejemplo claro es EWGLA[1], la cual está dedicada al estudio de la localización de instalaciones a lo largo de los países que conforman la Unión Europea.

Si bien, cuando se va a instalar una empresa familiar de reciente creación, las condiciones dadas para tomar la decisión, básicamente están sujetas a valores subjetivos de la persona que está a cargo de las decisiones. Tales apreciaciones dependerán del tipo de producto o servicio a ofrecer, y es aquí donde se comienzan a evaluar factores como el ubicarse cerca o dentro de un centro comercial, lo cual puede servir posiblemente para que su producto o servicio se *enganche* de la popularidad de dicho establecimiento. Generalmente en estas circunstancias, no existe mucha información objetiva, es decir, *cuantitativa*, aunque en realidad existe pero no es aprovechada por razones que serían convenientes analizar en otro tipo de investigación. Dicha información es la que produce el INEGI en sus anuarios de empresas comerciales, censos de población y otras publicaciones.

Sin embargo, existe también otro problema concerniente a la ubicación de instalaciones. Cuando una empresa en operación cuenta con por lo menos dos instalaciones empresariales y desea seguir

expandiendo sus operaciones en un área geográfica determinada. El origen de este problema puede ser analizado considerando factores *cualitativos*, es decir, cualidades deseables en la nueva ubicación, como por ejemplo, la seguridad pública; y factores *cuantitativos*, los cuales se pueden expresar en términos monetarios o como una razón de servicio al cliente por citar un ejemplo, además de considerar la existencia de datos históricos de operación, comportamiento de oferta y demanda y reconocimiento por parte de clientes.

Hasta este momento, el gerente o personal involucrado en identificar una nueva localidad, cuentan con datos numéricos, fríos pero útiles que les pueden ayudar a formarse una idea más aproximada de lo deseable en términos de los lugares más idóneos para establecer la tan mencionada nueva instalación.

Bajo este esquema existen muchos métodos cuantitativos desarrollados y aplicados con relativa sencillez y beneficios, los cuales tienen la ventaja principal de reducir la incertidumbre ante la evaluación de distintos lugares que en ese momento están disponibles.

Cabe mencionar que los métodos son modelos matemáticos que intentan *representar* una situación real, en la medida de lo posible. Domínguez[2], da una clasificación y definición de estos modelos, los cuales por razón de tiempo y espacio no serán mencionados.

Fundamentos Teóricos

De los métodos existentes para el problema anterior, analizaremos el *Método de Centro de Gravedad*, por la sencillez y beneficios que de él se pueden obtener.

Para Domínguez[2], éste es un método simple y parcial que se limita a analizar un único factor de localización: *el costo de transporte*. Este método resulta especialmente idóneo en el caso de empresas cuyo objetivo particular sea el ampliar el servicio a usuarios, así como negocios cuyo giro principal sea la distribución de un producto o artículo determinado.

El algoritmo relacionado a dicho método considera puntos de origen (donde se reciben productos o materias primas) dirigido a puntos de destino (a donde se dirige el producto) cuya relación está sujeta a distancias a recorrer y al volumen o peso de materiales a trasladar desde y hacia alguna instalación. Consecuentemente, es necesario buscar un punto central que minimice en promedio del costo total de transporte (*CTT*). Dicho costo se asume es proporcional al costo (por unidad transportada), al

volumen de lo transportado y la distancia recorrida, lo cual puede establecerse como:

$$CTT = \sum c_i v_i d_i$$

Donde:

- c_i es el costo unitario de transporte correspondiente al punto i
- v_i es el volumen o peso de material transportado desde o hacia i
- d_i es la distancia entre el punto i y el lugar donde se encuentra la instalación

El costo parcial de transportar v_i unidades con un costo unitario c_i , puede resultar en ubicar una localización más aproximada al lugar donde el costo parcial $c_i v_i$ es más elevado, puesto que éste es el costo más significativo a reducir. Sin embargo es necesario aclarar que cada punto de origen así como el punto de destino, esta expresado como un punto coordenado (x, y).

La distancia se puede considerar de dos formas distintas: *distancia rectangular o Manhattan* y la *distancia euclidiana*, en función de la urbanización predominante en la región geográfica en cuestión. Para el caso de la distancia rectangular, se asume que la distribución en una ciudad está perfectamente estructurada de una forma geométrica definida (rectángulos más o menos bien definidas) como el caso de la ciudad de Manhattan (de ahí el nombre de la técnica Manhattan).

En el caso de distancias euclidianas, estas se consideran en ciudades cuya urbanización no es tan definida (rectángulos) y cuya organización geométrica sea heterogénea como las ciudades con distribución circular (como el caso de la ciudad de Aguascalientes).

El cálculo del centro de gravedad en base a distancias rectangulares, puede resumirse en los siguientes pasos:

1. Calcular $c_i v_i$, $\sum c_i v_i$ y $(\sum c_i v_i)/2$.
2. Ordenar abscisas de las cantidades acumuladas crecientes.
3. Ordenar ordenadas de las cantidades acumuladas crecientes.
4. Identificar la abscisa y la ordenada más próxima (sin exceder) al valor promedio previamente calculado.

Si se considera el centro de gravedad utilizando distancias euclidianas, los pasos necesarios a realizar serían:

1. Calcular $c_i v_i$, $\sum c_i v_i$, $\sum c_i v_i x_i$ y $\sum c_i v_i y_i$.

2. Calcular $x^* = (\sum c_i v_i x_i) / (\sum c_i v_i)$ y $y^* = (\sum c_i v_i y_i) / (\sum c_i v_i)$.
3. Calcular $d_i = k \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}$, considerando un factor de escala k .
4. Calcular $x^* = (\sum c_i v_i x_i / d_i) / (\sum c_i v_i / d_i)$ y $y^* = (\sum c_i v_i y_i / d_i) / (\sum c_i v_i / d_i)$.
5. Regresar al paso 3 tantas veces (según el nivel de precisión) se requiera.

Algunos autores como Chase, Aquilano y Jacobs[3] no consideran importante realizar una serie de iteraciones (como marca el quinto paso del método anterior) consecutivas, aunque a diferencia de Domínguez[2] quién considera importante realizar *afinaciones* a través de múltiples iteraciones, cosa que manualmente sería desgastante, por no citar como algo costoso. Pero con el empleo de un mapa digitalizado (a escala), software que implemente el método y una computadora personal, el problema del tiempo involucrado en los cálculos puede ser fácilmente sorteado.

Materiales y Métodos

La aplicación informática que a continuación se describe forma parte de la tesis Ubicación de Empresas, Enfoque Cuantitativo auspiciado por CONCYTEA y cuyo sustentante es al autor del presente artículo.

Para la elaboración del software se consideró el lenguaje Java debido a que se puede ejecutar en

cualquier navegador de Internet que soporte applets Java y bajo esta premisa por la amplia difusión que se puede efectuar ya sea en una PC (sin conexión a red), en la red local (LAN) o en Internet, el empleo de Java se justifica por sí sólo.

Retomando el empleo de un mapa digitalizado (imagen raster) a escala, sólo se bosquejaron las principales vías de comunicación de la ciudad de Aguascalientes, omitiendo los detalles más específicos de la urbanización, debido al consumo de recursos (memoria principal de la computadora y el tiempo involucrado en el funcionamiento del software) para hacer más ilustrativo el impacto de la aplicación del método de centro de gravedad en referencia a un sistema de información geográfico.

Asumiendo que el software ya está construido, lo que se necesita es indicar cuantas instalaciones existen, marcarlas en el mapa de la ciudad y proporcionar los datos de costo unitario y la cantidad o volumen a transportar, aunque también es necesario especificar cual forma de distancia es requerida para los cálculos y el número de iteraciones a aplicar (en el caso de distancias euclidianas).

Una vez especificados estos datos, puede procederse a que el software calcule el punto óptimo de la ubicación para la nueva instalación con su respectivo costo total de transporte asociado. Véase la siguiente figura, la cual muestra la pantalla de captura de los datos principales.

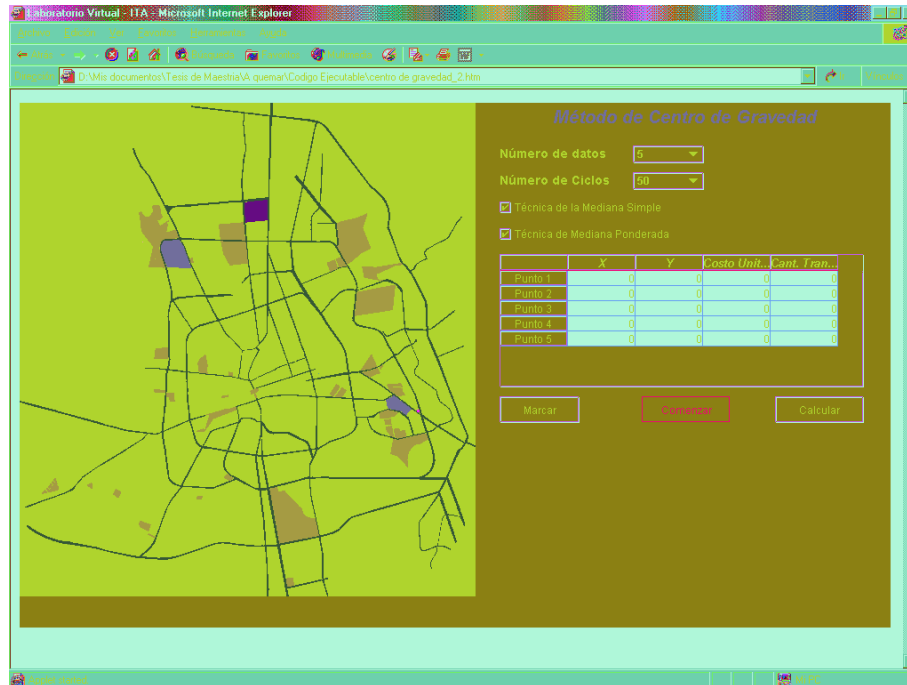


Figura 1. Simulador del método de centro de gravedad.

Resultados

Una vez realizados los cálculos, aparecerá en el mapa una X para indicar el punto idóneo utilizando distancias rectangulares, y un O para el caso de distancias euclidianas. Incluso en la parte inferior aparecen las coordenadas asociadas con cada forma de distancia empleada.

Conclusiones

Con la utilización de un simulador del método de centro de gravedad, cualquier gerente puede realizar un análisis más rápido relativamente, debido al tiempo que se requiere para recolectar los datos. Aunque también, existe un beneficio adicional, el cual puede impactar en la formación de futuros gerentes y líderes empresariales, ya que no hay maquinaria o equipo que permita ésta última aplicación.

Adicionalmente, existen desventajas que pueden resultar inapropiadas derivadas de los cálculos, y entre ellas se encuentra la posibilidad de que la solución

propuesta por el software puede ser inviable debido a que puede sugerir el punto óptimo en un cementerio, en un río, en el mar o simple y llanamente, un espacio que no puede ocuparse por distintas razones.

La probabilidad para este tipo de problema aumenta si se aplica a un país como el nuestro, debido a su forma geométrica.

Referencias

- [1] EWGLA (EURO Working Group on Locational Analysis) www.vub.ac.be/EWGLA
- [2] Domínguez Machuca, J. A. et al (1995), *Dirección de Operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y los servicios*, McGraw Hill (España).
- [3] Chase, R. B., Aquilano, N. J. y Jacobs, F. R. (2000), "Ubicación de las instalaciones" en *Administración de producción y operaciones, Manufactura y Servicios*, McGraw Hill Interamericana (Colombia), p. 356-358.