



01167
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO 4.
Facultad de Ingeniería 2ej

LA LOCALIZACION DE PLANTA COMO SISTEMA

JOSE LUIS GIL VAZQUEZ

TESIS

PRESENTADA A LA DIVISION DE ESTUDIOS DE
POSGRADO DE LA

FACULTAD DE INGENIERIA

DE LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

COMO REQUISITO PARA OBTENER

EL GRADO DE

MAESTRO EN INGENIERIA

(PLANEACION)

DIRECTOR DE TESIS

DR. FEDERICO GONZALEZ SANTOYO

CIUDAD UNIVERSITARIA MEXICO, D.F.
SEPTIEMBRE 1995

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por permitirme compartir la vida con todos ustedes.

A Claudia Hernández mi fiel compañera, por su apoyo y motivación a seguir adelante, en estos momentos difíciles de esta última etapa de mi vida.

A mis Padres Luis y Hortencia y mis Hermanos

Agradezco de manera especial a Gonzalo Negroe P. y Héctor Alberto D'alba I. por ser las primeras personas que me tendieron su mano y amistad en la ciudad de México.

Mi agradecimiento a mi director de tesis Federico González S. y mis asesores Ricardo Aceves, Jorge García Jurado, Norma Uribe por el tiempo dedicado para mí y porque sin su apoyo no hubiera sido posible lograr esta meta en mi vida. De la misma manera doy gratitud a todos mis maestros de la Universidad por compartir sus experiencias y conocimientos conmigo y mis compañeros.

Agradezco por último a mis amigos, compañeros y personas que me brindaron, su apoyo incondicional y moral para realizar esta nueva meta en mi vida.



Dedicatoria

*Esta Tesis esta dedicada
con cariño a Claudia,
mis padres Luis y Hortencia;
y mi abuelito José Trinidad*

CONTENIDO

INDICE	1
RESUMEN	3
OBJETIVO	4
I. INTRODUCCION	5
II. MARCO DE REFERENCIA	6
II.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	6
II.2. JUSTIFICACION METODOLOGICA	6
II.3. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LOCALIZACION DE PLANTA	7
II.4. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO	8
III. ANTECEDENTES HISTORICOS DE LOCALIZACION DE PLANTA	9
III.1. PRIMERA FASE, CRITERIO DE MENOR COSTO DE PRODUCCION	9
III.2. SEGUNDA FASE, CRITERIO DE CERCANIA DE MERCADOS	11
III.3. TERCERA FASE, CRITERIO DE MAXIMIZACION DE UTILIDADES	12
IV. ENFOQUE DE SISTEMAS AL PROBLEMA DE LOCALIZACION DE PLANTA	15
IV.1. DESCRIPCION DEL SUPRASISTEMA	18
IV.1.1. COMPONENTES DEL SUPRASISTEMA	19
IV.2. DESCRIPCION DEL SISTEMA	21
IV.2.1. DEFINICION DE LOCALIZACION DE PLANTA	22
IV.3. DESCRIPCION DE LOS SUBSISTEMAS	23
IV.3.1. COMPONENTES DEL SUBSISTEMA	23
IV.3.1.1. MACROLOCALIZACION	23
IV.3.1.2. MICROLOCALIZACION	24
V. DESARROLLO DEL ESTUDIO DE LOCALIZACION DE PLANTA	26
V.1. CAUSAS QUE DAN ORIGEN A LA LOCALIZACION DE PLANTA	26
V.2. REQUERIMIENTOS PARA UN ESTUDIO DE LOCALIZACION DE PLANTA	28
V.3. FACTORES QUE DETERMINAN LA MACROLOCALIZACION	29
V.3.1. FACTORES OBJETIVOS Y CRITICOS	31
V.3.2. FACTORES SUBJETIVOS	36
V.4. METODOLOGIAS PARA LA MACROLOCALIZACION	40
V.4.1. METODOS DE INGENIERIA INDUSTRIAL	40
V.4.1.1. METODO DE ASOCIACION APARENTE	40
V.4.1.2. METODO DE ENCUESTAS	41
V.4.1.3. METODO DE ANALISIS RELATIVO DE COSTOS	41

V.4.1.4. METODO DE MAPAS	42
V.4.1.5. METODO GRAFICO DE LA TELARAÑA	42
V.4.2. METODOS DE PROGRAMACION LINEAL	43
V.4.2.1. METODO DE DISTANCIA DEL CUADRADO DE LA EUCLIDIANA (CENTRO DE GRAVEDAD)	45
V.4.2.2. METODO DE DISTANCIA RECTANGULAR	48
V.4.2.3. METODO DE DISTANCIA EUCLIDIANA	53
V.5. ESTUDIO DE MACROLOCALIZACION	57
V.5.1. PRESENTACION DE MACROLOCALIZACION DEFINITIVA	59
V.6. FACTORES QUE DETERMINAN LA MICROLOCALIZACION	60
V.7. METODOLOGIAS PARA LA MICROLOCALIZACION	65
V.7.1. METODOS DE INGENIERIA INDUSTRIAL	65
V.7.1.1. METODO DE EVALUACION POR PUNTOS	65
V.7.1.2. METODO DE ANALISIS DE COSTOS	66
V.7.2. METODOS DE PROGRAMACION LINEAL	68
V.7.2.1. METODO DE TRANSPORTE	68
V.8. ESTUDIO DE MICROLOCALIZACION	71
V.8.1. PRESENTACION DE MICROLOCALIZACION DEFINITIVA	72
V.9. ESTRUCTURA METODOLÓGICA PARA UN ESTUDIO DE LOCALIZACION DE PLANTA	72
VI. ESTUDIO DE CASO "LOCALIZACION DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE MUEBLES DE MADERA"	73
VI.1 CAUSAS QUE MOTIVARON AL ESTUDIO DE LOCALIZACION	73
VI.2. TIEMPO	73
VI.3. ESTUDIO DE MACROLOCALIZACION	73
VI.3.1. FACTORES QUE DETERMINAN LA MACROLOCALIZACION	73
VI.3.2. MODELO CAUSAL DE FACTORES DE MACROLOCALIZACION	77
VI.3.3. LIMITACION DEL AREA DE MACROLOCALIZACION	78
VI.3.4. APLICACION DE METODOLOGIAS DE MACROLOCALIZACION	78
VI.3.5. PRESENTACION FINAL DE MACROLOCALIZACION	96
VI.4. ESTUDIO DE MICROLOCALIZACION	101
VI.4.1. FACTORES DE MICROLOCALIZACION PARA PRIMERA ETAPA	101
VI.4.2. FACTORES DE MICROLOCALIZACION PARA SEGUNDA ETAPA	103
VI.4.3. SELECCION FINAL PARA MICROLOCALIZACION	104
VI.4.4. PRESENTACION DE LA MICROLOCALIZACION DEFINITIVA	106
CONCLUSIONES	107
BIBLIOGRAFIA	108

RESUMEN

El presente estudio tiene como finalidad aplicar el enfoque sistémico al problema de localización de plantas productivas o de servicios, identificando y desarrollando para su análisis sus diferentes subsistemas y el suprasistema al que pertenece. Además se presenta y aplica una metodología general para la ubicación definitiva de la planta, ofreciendo alternativas de solución a nivel de macro y microlocalización.

OBJETIVO

El propósito del estudio es aplicar el enfoque de sistemas al problema de localización de plantas desde una perspectiva de la formulación y evaluación de proyectos; identificando los componentes fundamentales del estudio y analizando las principales metodologías existentes para su solución. Proponiendo una estructura metodológica para que se aplique en la toma de decisiones de las empresas, principalmente en las pequeñas y medianas por carecer de recursos para un estudio de esta naturaleza.

Los objetivos que se pretenden alcanzar en este estudio serán divididos como:

OBJETIVO GENERAL

Reconocer la importancia del estudio de localización de planta en la formulación y evaluación de proyectos y aplicar el enfoque de sistemas a la localización, con la finalidad de estructurar una metodología eficiente y comprobar su viabilidad en un estudio de caso.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1.- Conocer la importancia del estudio de localización de planta.
- 2.- Aplicar el enfoque de sistemas al estudio de localización de planta.
- 3.- Describir diferentes metodologías para el estudio de macrolocalización y microlocalización.
- 4.- Estructurar una metodología para el problema de localización de planta
- 5.- Aplicar las metodologías a un caso real.

CAPITULO I

INTRODUCCION

El estudio de localización de planta es subestimado por el analista de proyectos y los empresarios, a pesar de ser uno de los factores que más influyen en los costos de producción y distribución de planta, y por consecuencia en las utilidades y en el servicio al cliente.

En esta investigación se relata una breve historia del estudio de localización de planta, la cual se divide en tres fases, de acuerdo con el enfoque de ubicación: el primero, el criterio de menor costo de producción; el segundo, la cercanía a los mercados; y el tercero, la maximización de las utilidades (el menor costo al cliente).

Posteriormente se da la justificación metodológica y la importancia de la localización óptima para el éxito de la empresa. También se muestra y explica el enfoque de sistemas en su aplicación al estudio de localización de planta, en el que se describe la formulación y evaluación de proyectos como el suprasistema que funciona como gestor; la macrolocalización y microlocalización como subsistemas. Siendo necesario resolver el problema de localización desde un punto de vista de sistemas, para no dejar escapar las variables principales que afectan a la localización. En el estudio se analizan y clasifican los principales factores que afectan a la localización y se propone el modelo causal, como método para identificar los factores de cada empresa o estudio en particular. Después se proponen algunas de las metodologías más completas y sencillas para el problema a nivel de macrolocalización y microlocalización, para aplicarlas posteriormente en un estudio de caso y analizar su factibilidad.

CAPITULO II

MARCO DE REFERENCIA

II.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

En la actualidad el estudio de localización de pequeños y medianos servicios (industrias, comercios, centros recreativos, etc.) generalmente se realiza sin el apoyo teórico de las metodologías existentes de programación lineal y económicas; únicamente se basa en la intuición y experiencia de los empresarios y a veces tomando en cuenta algunos factores, pero sin utilizar un modelo capaz de encontrar las principales variables que afectan a esa nueva entidad económica, dejando fuera la mayor parte de las veces, factores o variables de gran importancia como: el abasto necesario de insumos, el tipo de terreno adecuado, el tamaño de mercado, la opinión de la comunidad, etc. Este estudio presenta en forma sencilla las diferentes metodologías de localización, para que empresarios o instituciones las apliquen, aún sin estar familiarizados con ellas.

En la práctica frecuentemente aparecen problemas que se refieren a cómo servir o atender a un conjunto de usuarios que tienen una localización fija y conocida, llevando esto a determinar dónde localizar una o varias fuentes de servicio (planta o plantas), que a la vez satisfagan un cierto número de clientes o puntos de demanda. El problema que se trata en el presente estudio es, encontrar "LA LOCALIZACION OPTIMA DE UN SOLO SERVICIO", para satisfacer a los clientes al menor costo, por ser la finalidad de todas las empresas.

II.2. JUSTIFICACION METODOLOGICA

Para el análisis del estudio se aplica el enfoque de sistemas concebido y desarrollado por Von Bertalanffy, consistiendo en una nueva metodología, para dar solución a cualquier problema en tres etapas.

- 1.- Identificar un todo que contenga (un sistema) del cual el objeto (problema) que se va a explicar es una parte.
- 2.- Explicar la conducta o las propiedades del todo que contiene.
- 3.- Finalmente, explicar la conducta o las propiedades del objeto que va a ser explicado, en términos de su(s) función (es) dentro del todo.

Debido a su gran impacto fue aplicado en todas las disciplinas como en la

Biología, Ingeniería, Psicología, Economía, Administración, Geografía y otras ramas de la ciencia.

Este enfoque metodológico tiene tres líneas básicas de trabajo, en términos de Bertalanffy.¹

- El desarrollo de conceptos y lineamientos para estudiar la realidad como un sistema. (la formulación del modelo conceptual).
- El desarrollo de esquemas metodológicos para orientar el proceso de solución de problemas en sus distintas fases.
- El desarrollo de técnicas y modelos para apoyar la toma de decisiones, así como para obtener y analizar la información requerida.

Encontrando la primera, al desarrollar el modelo conceptual para la localización; la segunda, para dar solución al problema de localización y la última; para analizar los requerimientos de información en el estudio.

II.3. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LOCALIZACION DE PLANTA

Como se ha dicho, este tipo de estudio preliminar a la operación de la planta tiene influencia vital en el éxito o fracaso de la futura empresa.

Es importante decidir dónde ubicar la planta porque resulta prohibitivo cambiarla, por los costos tan elevados en que se incurriría, siendo clara la pérdida que ocasionaría una decisión de reubicar una planta recién instalada por haber hecho mal el estudio de localización, por lo tanto debe procederse a realizar un estudio cuidadoso de todos los factores relacionados tanto con la transformación de la materia prima en producto terminado, así como en los costos de materia prima y de distribución entre otros, desde y punto de vista industrial.

Podemos mencionar infinidad de casos del éxito logrado con base en un buen estudio de localización; como son las instalaciones del puerto de Veracruz ya que maneja más del 80% de la carga total del país de México²; la industria siderúrgica en Lázaro Cárdenas, Michoacán, al ubicarse cerca de las minas de hierro y estar dentro del puerto industrial Lázaro Cárdenas. Pero también podemos mencionar fracasos o excesivos costos a causa de un mal estudio de localización como es el caso de la refinería 18 de Marzo en Azcapotzalco, que tuvo que ser retirada de la ciudad de México aún siendo la más productiva de toda la República Mexicana, por no

1. Bertalanffy, Ludwing Von. "Teoría General de los Sistemas". Fondo de Cultura Económica, México, 1980.
2. Puertos Mexicanos. "Movimiento de contenedores". Secretaría de Comunicaciones y Transportes, periódico No. 27, Septiembre de 1992.

tomar en cuenta futuros pronósticos de contaminación del medio ambiente, de la ciudad de México; también el puerto de Lázaro Cárdenas ha tenido que pagar altos costos debido a su localización, ya que el mar en esa zona arrastra la arena del puerto, por lo que se han tenido que colocar espigones alrededor de todo el puerto, y por último se menciona el caso de Johnson & Johnson al instalarse en el mercado europeo a vender productos para niños, donde se presentan bajas tasas de natalidad y hasta índices de crecimiento negativos, aunque posteriormente ellos reaccionaron y ganaron mercado cambiando la imagen de sus productos, pero no deja de ser uno de los problemas que se enfrentan por una mala decisión en la localización.

Analizando los casos anteriores se puede captar la importancia que tiene el estudio de localización de planta al realizar un proyecto.

II.4. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Es necesario limitar el estudio de localización de planta para evitar la información irrelevante para el objetivo general del estudio. El capítulo uno, presenta una introducción de lo que será aprendido en el estudio. En el capítulo dos, se explica el marco de referencia y la justificación del estudio de localización de planta, describiendo el problema y la metodología de sistemas para su desarrollo. En lo concerniente al capítulo tres, se presenta una pequeña historia del avance técnico, que ha tenido la localización de planta, mostrando sus etapas o fases principales. En el capítulo cuatro, se aplica el enfoque de sistemas a la solución del problema de localización de planta; mostrando el desarrollo de objeto de estudio. El capítulo cinco, muestra el desarrollo completo de la localización de planta, ya sea para un estudio independiente o como parte de la formulación y de proyectos; dividiéndole en macrolocalización y microlocalización. Por último, el capítulo seis muestra una aplicación completa de un estudio de localización de planta con una estructura metodológica y sistémica, tomando como caso real "LA LOCALIZACION DE UNA INDUSTRIA MUEBLERA".

CAPITULO III

ANTECEDENTES HISTORICOS DE LOCALIZACION DE PLANTA

La teoría de la localización de planta se concibe en tres etapas:

- 1.- La que concierne al "sitio de menor costo de producción" durante la cual el interés se concentraba en los factores que afectaban directamente los costos de producción.
- 2.- La fase de la "cercanía de los mercados". En ella se introdujeron conceptos más reales, como los efectos de una distribución irregular de la población y de los recursos; competencia imperfecta y la interdependencia de firmas en una economía de mercados múltiples.
- 3.- La correspondiente a la "maximización de las utilidades". Sostiene que la localización óptima de la empresa se determina por la diferencia entre ingreso total y costo total. Asimismo es la que atañe al menor costo al cliente haciendo hincapié en modelos analíticos como son los de programación lineal y tiempo de entrega al cliente.

III.1. PRIMERA FASE: CRITERIO DE MENOR COSTO DE PRODUCCION

Escasas fueron las tentativas que se hicieron para incorporar una teoría de localización en la teoría económica general. Aunque Ricardo³ y Marshall⁴ habían hecho referencia a la economía de la localización, la mayor parte de los primeros trabajos se debe a los economistas alemanes. Las dos obras clásicas alemanas: Heinrich Von Thünen. "Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft" (El Estado aislado en relación con la agricultura)". Schumacher-Zarchlin, 3a. ed, Berlin, 1875, y la otra de Alfred Weber. "Über den Standort der Industrien" (Sobre el emplazamiento de las industrias), Tubinga, 1909, establecieron la influencia alemana.

3. David Ricardo. "Obras y Correspondencia, Volumen I, Principios de Economía Política y Tributación". Fondo de Cultura Económica, México, 1959, pp. 53-55.

4. Marshall Alfred "Principles of economic". Macmillan, Londres, 1890.

Von Thünen estudiaba el problema altamente teórico, en el cual suponía un sistema económico completamente aislado de donde se han eliminado todos los aspectos esenciales de una situación real. El análisis se basaba en la teoría de la Renta de Ricardo.⁵ El estudio se refería a los factores que afectaban las diferentes clases de tierras agrícolas debido a su fertilidad y producción para abastecer un centro de consumo o a una ciudad. De esta manera Von Thünen encontró que la localización era una cuestión de reducir al mínimo los costos combinados de renta y transporte. Como otros autores de su época, Von Thünen consideraba el problema desde el punto supuesto de una competencia perfecta. Desde este punto de vista, el precio era determinado por la oferta y la demanda. Una localización que redujera los costos combinados de renta y transporte, por debajo del productor marginal⁶ y con una demanda fija, aumentaría las utilidades en una suma igual al costo del productor marginal menos el de la ubicación considerada. Por esa razón, un lugar que diera el "MENOR COSTO" de renta más transporte resultaba el más deseable. Se suponía que toda diferencia nominal de salarios constituía un elemento del costo de la tierra.

La obra de Von Thünen, era ante todo un estudio de producción y renta agropecuaria. Weber, por otra parte, se interesaba específicamente en la localización de la industria. Los dos enfoques difieren, con respecto al procedimiento, en el sentido de que Von Thünen suponía un lugar determinado y el objetivo consistía en precisar el tipo de producto para ese lugar. Weber, en cambio, daba por conocida la rama industrial y trataba de establecer la localización más adecuada. Cabe señalar que estos dos procedimientos opuestos siguen estando en vigor. Subdivisiones políticas, cámaras de comercio, ferrocarriles, obras públicas y otros establecimientos con ubicación fija tienen el problema de determinar el tipo de industria adaptable al lugar (enfoque de Von).

Weber considera en su teoría tres factores generales de localización: Los factores regionales generales de costos de transporte, mano de obra y el factor local general de la fuerza de aglomeración.⁷ Reconocen los factores de costo de materia prima

5. Teoría de la Renta de Ricardo. Considera una economía cerrada, una oferta constante y variación en la productividad y calidad de la tierra debido a su ubicación. Se considera cuando la demanda supera la oferta, aumenta el precio en el mercado y se vuelve necesaria y remunerada la utilización de tierra menos fértil y menos ventajosa en su localización. El valor (de cambio) del grano será determinado por el costo de producción bajo las condiciones más adversas (en tierra marginal). De tal modo que los agricultores de las mejores (clases) tierras obtendrán mayores ingresos por lo que pagarán una renta igual a la diferencia de los costos de producción por unidad de producto de la tierra marginal y la tierra más favorecida.

6. Productor marginal. Es el productor agrícola de la tierra menos favorecida respecto a su productividad y localización.

7. Se denominan fuerzas de aglomeración a las que inducen a la industria a concentrarse en una zona limitada: Los factores o fuerzas que favorecen su emplazamiento en las ciudades.

Fuerzas desaglomerantes son las que determinan la dispersión de la industria o su ubicación apartada de otras industrias: los factores o fuerzas que favorecen la ubicación rural.

y combustible. Sin embargo, los agrupa en costos de transporte al suponer que los costos agregados de materia prima o combustible resultan equivalentes a los de transporte para un lugar más alejado del centro de consumo.

De lo anterior, Weber considera que el costo de transporte es el principal factor significativo; con lo que concluye, que si los materiales pierden peso durante su conversión en productos, el centro de producción debe localizarse en el lugar de origen de la materia prima. Por otra parte, si el peso aumenta durante la conversión, el lugar debe estar más cerca del mercado. Esta conclusión, igual que el efecto de las fuerzas de aglomeración y desaglomeración, mantiene su significado en el análisis moderno.

Los ahorros, en virtud de la aglomeración y en función de la aproximación de industrias auxiliares, mejores mercados y economías en cantidad, se evalúan en comparación con una renta alta, principal factor que favorece la desaglomeración. La conclusión de que la mano de obra es la fuerza vital en cuanto a la aglomeración encuentra su confirmación por la tendencia actual a la desaglomeración a causa de la mayor movilidad de los trabajadores. Weber define un "COEFICIENTE LABORAL" como la relación entre el costo de la mano de obra por tonelada de producto y el peso total de toda la mercancía transportada. De ahí deduce una regla general: "SI LOS COSTOS DE MANO DE OBRA VARIAN, UNA INDUSTRIA SE APARTA DE SU LUGAR DE ORIGEN EN PROPORCION AL INCREMENTO DE SU COEFICIENTE LABORAL".

Weber excluía de su análisis los factores institucionales y especiales. No obstante, la moderna teoría de localización se basa en la obra de Weber. Las diferencias de transporte, mano de obra y peso durante el procedimiento siguen siendo los principales elementos para la determinación de la ubicación.

III.2. SEGUNDA FASE: CRITERIO DE CERCANIA DE MERCADOS

La segunda fase de desarrollo de la teoría de la localización puede ilustrarse con la obra de Hoover.⁸ Este autor considera los factores de costo respecto de la ubicación, pero concentra su atención en el papel de los mercados en cuanto al proceso de localización. Hoover clasifica los factores de costo en los de transporte y producción. Los costos de obtención y distribución suelen considerarse como costos de transporte y los factores institucionales y de aglomeración como costos de producción. Hoover propone que "LA RELACION DE LOCALIZACION DE UNA INDUSTRIA

8. Edward M. Hoover. "The Location of the Economic Activity". McGraw Hill, New York, 1958.

CON SUS CLIENTES ES UN SISTEMA DE ZONAS DE MERCADO".⁹ La suposición consiste en este caso en el hecho de que los clientes están dispersos, de modo que todo productor tiene que vender a compradores en varios lugares, si quiere sobrevivir. Esto es probablemente la situación más común para las industrias manufactureras. Además "LA RELACION EN CUANTO A LA UBICACION ENTRE PRODUCTORES QUE COMPITEN POR LOS MERCADOS SUELE SER DE RECHAZO MUTUO, REPRESENTADO POR LOS ESFUERZOS DE CADA VENDEDOR POR ENCONTRAR UN MERCADO DONDE NO EXISTA DEMASIADA COMPETENCIA". Hoover señala que los vendedores pueden ser pequeños y estar muy dispersos; esto exige del comprador que se aprovisione en lugares distintos para sobrevivir. En ese caso la relación situacional se presenta como un sistema de zonas de abastecimiento. La formación de zonas de abastecimiento es análoga a las zonas de mercado. Aunque reconoce la necesidad de ciertas industrias de basar su ubicación en las zonas de abastecimiento. Hoover concentraba su análisis en la localización de los mercados de productos por el hecho de ser la situación más común y la justificación partía de un informe de gobierno de EE.UU, *The Structure of the American Economy*, 1939, según el cual un 28% de la población trabajadora se desempeñaba en actividades "CERCA DE LOS RECURSOS"; el 48%, en actividades "CERCA DE LOS CONSUMIDORES" y el 24% estaba "RELATIVAMENTE LIBRE".

Hoover reconoce el error de suponer que los costos de transporte unitarios son proporcionales a la distancia y señala que la desproporción hace que los costos de transporte unitarios disminuyan en medida en que aumenta la distancia.

Una contribución tal vez la más esencial de Hoover, estriba en haber reconocido las influencias capitalistas sobre la localización y la consideración de factores impositivos, bancarios, de servicios públicos y de ganancia. Gran parte de la obra: *The Location of Public Activity*, se refiere a los efectos de la política pública sobre los objetivos de localización. Esto significa el reconocimiento de la influencia sobre la localización, de la teoría económica y política a mediados del siglo XX.

III.3. TERCERA FASE: CRITERIO DE MAXIMIZACION DE UTILIDADES

La última contribución significativa al desarrollo de la teoría económica de localización correspondió a Greenhut.¹⁰ Este autor divide los factores de localización en cuatro grandes categorías: 1) Costos de transporte, 2) Costos de procesamiento, 3) Factor de la demanda, y 4) Factores que reducen costos y aumentan ingresos.

9 Ibid

10 M.L. Greenhut. "Plant Location in Theory and Practice". Chapel Hill, North Carolina, 1956.

Además de estos cuatro factores generales reconoce la importancia de factores personales para la elección final del lugar. No obstante, llega a la conclusión de que tales factores pueden influir en la metodología económica mediante la aplicación de principios minimax entre recompensas financiera y satisfacciones personales.

Greenhut desarrolla una teoría general presentada en primer término como formulación no matemática para estructurarla mejor en forma matemática.¹¹ La teoría general resultante puede considerarse como la maximización de ganancias que combinan los factores de costos y demanda de los teóricos anteriores en una sola formulación. La localización de planta con base a una ganancia máxima o de menor costo real se define como "EL LUGAR DONDE LA AMPLITUD ENTRE INGRESOS TOTALES Y COSTOS TOTALES RESULTE MAYOR".

Greenhut presenta el modelo de su teoría general de la siguiente manera:

- 1) $L = \phi (R - C)$
- 2) $C = \phi (SR * Ca)$
- 3) $R = \phi (SR * m)$

Siendo L el lugar; C el costo total; R el rédito total; SR el radio de ventas que, por definición, es proporcional a las ventas; Ca es el costo promedio con exclusión de los fletes; m es el precio neto en fábrica que eleva al máximo la ganancia, y ϕ es la función matemática.

Greenhut considera que existe un estado de desequilibrio:

Si $m \neq Ca$ pero $\Delta R = \Delta C$, Donde Δ representa incremento

Si $m = Ca$ y $\Delta R = \Delta C$, existe equilibrio situacional. Greenhut propone que m o Ca puede cambiar creando un estado de desequilibrio; pero nuevas ubicaciones o reubicaciones ocasionarán un movimiento hacia condiciones de equilibrio.

El argumento de Greenhut según el cual su modelo representaría tanto la práctica como la teoría moderna se justifica en cierto modo. Sin embargo, la justificación se advierte más en la tentativa de la forma de ubicarse de acuerdo con la teoría general que en el logro de tal objetivo. Greenhut concibe la maximización de la ganancia como meta de la dirección. Hasta los factores personales se consideran susceptibles de entrar en una ecuación con esto, compensando deseos personales con pérdidas en la utilidad para llegar a un punto de equilibrio donde alcanzan

11. Ibid

el máximo valor los objetivos del empresario en su conjunto. No obstante, Kaplan¹² y otros autores encontraron que si bien la ganancia es un objetivo de la empresa, su maximización en la mayoría de los casos no lo es.

Isard¹³ y Moses¹⁴ han contribuido, asimismo, a la moderna teoría económica de localización, aunque las técnicas para manejar el problema varían hasta cierto punto. Isard se inclina hacia la filosofía básica de Hoover y Weber, llegando a establecer una única ubicación óptima basada, ante todo, en los costos de transporte. Moses considera la interacción de la demanda con los costos, y aunque su formulación del problema es algo diferente, se parece a la de Greenhut (determina puntos tangenciales en un sistema de curvas de isodemanda con curvas de isocosto). Uno y otro reconocen que la ubicación depende tanto de los factores de costo como de demanda. Greenhut busca directamente la ganancia máxima, mientras que Moses procura el costo mínimo en un nivel fijo de inversión que redunde en la ganancia máxima. Las dos teorías llegan al mismo punto por diferentes caminos.

12. A.D.H. Kaplan, J.D. Dirlam y R.F. Lanzillotti. "Princing in Big Business". The Brookings Institution, Washington D.C., 1958.

13. Walter Isard. "Location and Space Economy". John Wiley & Sons, New York, 1956.

14. León M. Moses. "Location and the Theory of Production". Quarterly Journal of Economics, vol. 73, may, 1958, pp. 259-272.

CAPITULO IV

ENFOQUE DE SISTEMAS AL PROBLEMA DE LOCALIZACION DE PLANTA

En este capítulo, el enfoque de sistemas se plantea como un medio para coordinar y clarificar las metas totales del sistema (localización óptima de la planta) y para reconocer las partes, variables y relaciones que determinan su comportamiento, de tal manera que "... la toma de decisiones ocurra de manera lógica y coherente, y que no se presente ninguna de las falacias comunes en razonamientos más estrechos".

La Teoría General de los Sistemas¹⁵ parte de que un sistema es un conjunto de dos o más elementos que tienen las siguientes propiedades:

- 1- Las propiedades o el comportamiento de cada elemento del conjunto tienen un efecto en las propiedades o comportamiento del todo.
- 2- Las propiedades o el comportamiento de cada elemento y la forma en que afecta al todo depende de las propiedades o el comportamiento de al menos otro elemento del conjunto.
- 3- Cada subgrupo posible exhibe las dos propiedades anteriores.

Estas propiedades del enfoque de sistemas, pueden ser mejor ejemplificadas por un vehículo, considerando éste como sistema. La primera propiedad; por ejemplo, el motor, tiene un efecto en el clutch y en el todo (carro), ya que si funciona disparejo el motor se jaloneará todo el vehículo, alterando el funcionamiento; en la segunda propiedad, si el motor funciona disparejo el clutch funcionará incorrectamente (se jaloneará) y el subsistema de carga del vehículo no funcionará normalmente (bajan las revoluciones del motor, baja la carga del alternador o generador). Por último, para la tercera propiedad ejemplificaremos tomando como sistema ahora al motor (subsistema del vehículo), la primera propiedad, si el subsistema de lubricación baja la presión de aceite, el motor se sobrecalentará; la segunda propiedad, si baja la presión del aceite, se debe al desgaste en las paredes del cilindro, en el pistón, en el cigüeñal, etc. que son partes o subsistemas del motor.

Por consecuencia, un sistema es divisible desde su parte estructural, pero indivisible desde el punto de vista funcional, ya que los componentes son interdependientes, según la teoría de sistemas.

Por lo tanto, en la aplicación del enfoque de sistemas se ven los sistemas como parte de sistemas mayores y en relación con otros sistemas. Este pensamiento sistémico da origen a un método presentado por Arturo Fuentes Zenón:¹⁶

15. Bertalanffy Ludwig Von. "Teoría General de los Sistemas" Fondo de Cultura Económica, México, 1980

16. Fuentes Zenon Arturo. "El enfoque de sistemas en la solución de problemas". UNAM, México, 1991. pp 11.

- El todo que se desea entender es conceptualizado como parte de un todo mayor.
- Se busca conocer el comportamiento y características del todo mayor
- Y el todo se explica de acuerdo con el papel e influencia que tiene en el todo más amplio.

El análisis anterior da origen a la creación del modelo conceptual, que se usa para el presente estudio, en su forma funcional.

IV.1. MODELO CONCEPTUAL FUNCIONAL PARA LOCALIZACION

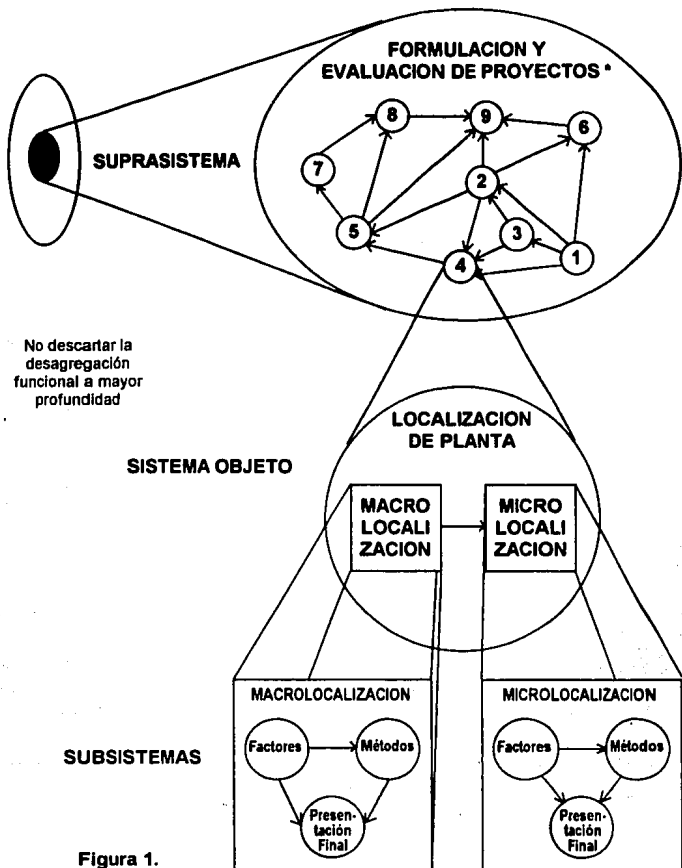


Figura 1.

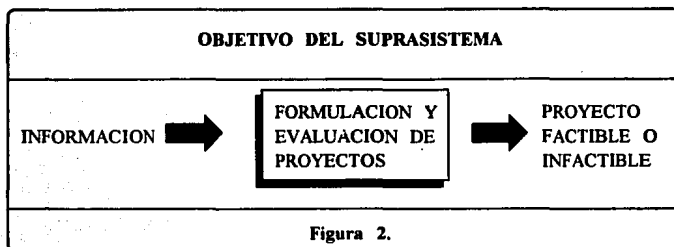
* Componentes del Suprasistema en la Sección IV.1.1.

IV.1. DESCRIPCION DEL SUPRASISTEMA

La Teoría General de los sistemas menciona que todo sistema está incluido o forma parte de uno mayor denominado suprasistema, y una vez identificado y analizado ayuda a clarificar la finalidad del sistema total.

Para este caso de localización de planta, el suprasistema es extraído de la realidad, denominándole "FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS" funcionando como gestor del estudio de localización como se muestra en la figura 1.

La formulación y evaluación de proyectos tiene como finalidad encontrar la factibilidad del establecimiento de una planta o servicio, como se ilustra en la figura 2.



Entendiéndose como formulación y evaluación de proyectos al conjunto de elementos técnicos, económicos, financieros y de organización que permite visualizar las ventajas y desventajas en términos económicos de la adquisición, construcción, instalación y operación de una planta o servicio.¹⁷

17. Soto Rodríguez Humberto, Espejel Zavala Ernesto y Martínez Frías Héctor. "La formulación y evaluación técnico-económica de proyectos industriales". UNAM, México, 1991, pp. 7.

IV.1.1. COMPONENTES DEL SUPRASISTEMA

Los componentes (o sistemas) del suprasistema, en este caso la formulación y evaluación de proyectos, se ha mantenido sin cambios significativos desde la creación del manual de proyectos¹⁸ de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), siendo los siguientes:

1.- ESTUDIO DE MERCADO

En esencia, se trata de determinar cuánto se puede vender y a qué precio, especificando las características del producto o servicio en cuestión y abordando los problemas de comercialización, distribución y abastecimiento de materias primas.

2.- ESTUDIO DE INGENIERIA DE PROYECTO.

Comprende la descripción técnica del proyecto y abordará cuestiones relativas a las investigaciones técnicas preliminares y a los problemas especiales de ingeniería que plantea el proyecto; a la selección de los procesos de elaboración; a la especificación de los equipos, estructuras y a la justificación del grado de mecanización adoptado; a la cantidad y calidad de insumos requeridos; a los problemas técnicos de distribución y montaje de maquinaria y a la organización laboral de personal de producción.

3.- ESTUDIO DE TAMAÑO DE PLANTA.

Determina la capacidad de producción en unidad de tiempo, que conduzca al resultado más económico para el proyecto en conjunto.

4.- ESTUDIO DE LOCALIZACION DE PLANTA.

Determina la localización exacta de la nueva planta o servicio.

5.- ESTUDIO DE INVERSIONES.

Comprende el cálculo de las inversiones totales en moneda nacional y extranjera que el proyecto exige, considerando que la inversión total está compuesta por la inversión fija, inversión diferida y el capital de trabajo o circulante.

La inversión fija comprende el conjunto de bienes que no son motivo de

18. Melnick Julio. "Manual de proyectos de desarrollo económico". ONU, México, 1958, pp. 16

transacciones corrientes por parte de la empresa; como adquisición de la maquinaria, equipo y terreno.

La inversión diferida está compuesta por el conjunto de bienes propiedad de la empresa necesarios para su funcionamiento, y que incluye: patentes de inversión, marcas, diseño industrial, nombres comerciales, transferencia de tecnología, gastos preoperativos y de instalación, contratos de servicios, capacitación y estudios en general para la empresa.

El capital de trabajo son los recursos económicos que utilizan las empresas para atender las operaciones de producción, distribución y venta de productos. Normalmente son los recursos para operar durante un mes.

6.- ESTUDIO DE PRESUPUESTOS DE COSTOS E INGRESOS Y ORGANIZACION DE DATOS PARA LA EVALUACION.

Se presenta un cálculo estimativo de los costos e ingresos que resultarían del funcionamiento de la empresa y se incluyen en forma ordenada aquellos antecedentes que pueden ser necesarios para evaluar el proyecto; efectos sobre el balance de pagos, presupuestos y disponibilidad de mano de obra, examen o justificación de los tipos de cambio empleados en los cálculos, y otros puntos cuya discusión y análisis es anterior a la evaluación económica propiamente dicha. Se examina también la incidencia que tendrán sobre el presupuesto estimativo las variaciones en el porcentaje de capacidad instalada y realmente aprovechada, en el tipo de cambio, en el precio de venta o en otros factores significativos.

7.- ESTUDIO DE FINANCIAMIENTO

En general se trata de especificar las fuentes monetarias a que se recurrirá, y las formas en que se proyecta canalizar los recursos financieros para traducir a la realidad el proyecto.

8.- ESTUDIO DE ORGANIZACION Y EJECUCION

Se explica cómo se propone resolver los problemas relativos a la constitución legal de la empresa y organización, para el montaje y realización del proyecto.

9.- ESTUDIO DE EVALUACIÓN

El objetivo básico de todo estudio económico de un proyecto es evaluarlo, es decir, calificarlo y compararlo con otros proyectos de acuerdo a una determinada escala de valores a fin de establecer un orden de relación. Con esta tarea se precisa lo que en definición se llama ventajas y desventajas de la asignación de recursos a un fin dado. En otras palabras, se debe establecer cuáles son los patrones de comparación que se van a utilizar y cómo se podrán medir.

Una vez definidos los componentes del suprasistema, podemos pasar a analizar las interrelaciones de dichos componentes, figura 1, donde las cabezas de flecha indican el flujo de información.

IV.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Los especialistas en el tema han mencionado que es importante definir el objeto conducido como sistema,¹⁹ esto es visualizarlo como parte del suprasistema, relacionado con otros sistemas, así como especificando sus subsistemas. Para el caso presente el objeto de estudio es "LA LOCALIZACIÓN DE PLANTA", y a su vez este se relaciona con otros componentes del suprasistema, como lo muestra la fig.1.

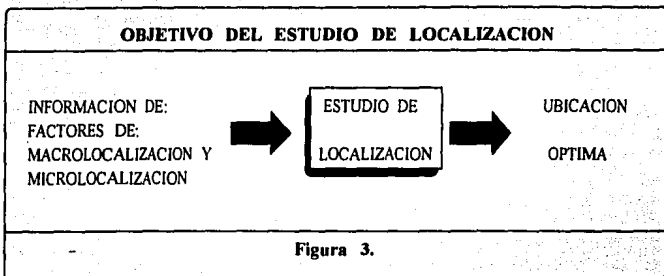
La localización de planta no puede considerarse como un hecho aislado de la realidad, y de acuerdo con la segunda propiedad de los sistemas, todo sistema funcionalmente depende de cuando menos otro sistema gestor, como se muestra en la fig. 1. Donde observamos que la localización de planta depende del estudio de mercado, estudio de ingeniería de proyecto y estudio de tamaño de planta.

De igual manera cualquier suprasistema que analicemos, también dependerá de otros. De aquí la importancia de estudiar la localización de planta como un sistema y no como un evento aislado, requiriendo información de otros estudios o sistemas, para cumplir correctamente su objetivo.

El estudio de localización de planta tiene como finalidad el obtener la ubicación

19. Negro Pérez Gonzalo "Papel de la planeación en el proceso de conducción". Tesis División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería (DEFI) de la UNAM, pp. 63

óptima del servicio para su mejor operación, figura 3.



IV.2.1. DEFINICION DE LOCALIZACION DE PLANTA

La localización de planta es uno de varios estudios de la formulación y evaluación de proyectos, y se define como aquella ubicación que asegura la mayor diferencia entre los costos y los beneficios (privados y sociales), de tal manera que la mejor localización de planta o servicio, es la que le permite obtener la mayor tasa de rentabilidad de su inversión desde el punto de vista económico, o el menor costo desde el punto de vista social.²⁰

Este estudio de localización hoy en día se ha vuelto obligatorio en la formulación de proyectos como se pretende en la realidad, por afectar de manera importante en los costos de operación y ventas de la empresa, pero esto es utópico. Por lo que el gobierno actualmente a través de Nacional Financiera y un organismo denominado FIDEIN (Fideicomiso para el estudio y formato de conjuntos, parques y ciudades industriales) influye en la localización de los centros de producción con proyectos de planeación industrial, tratando de disminuir los efectos nocivos de las industrias, tales como la contaminación, la formación de arrabales, así como a su vez ayudar a encontrar la ubicación óptima para las industrias y evitar futuros fracasos en las empresas.

20. González Santoyo Federico. "Localización de planta" Apuntes de clase, DEPEI-UNAM, 1993

IV.3. DESCRIPCION DE LOS SUBSISTEMAS

Es importante conocer e identificar los componentes de todo sistema, para conocer la estructura y funcionamiento interno de las partes del sistema. El éxito del funcionamiento de todo sistema se debe al desarrollo de sus subsistemas por los que está compuesto. Por ejemplo, para que un automóvil pueda trabajar correctamente, deben funcionar bien sus subsistemas de: enfriamiento, lubricación, frenado, embrague, de alimentación, etc. Lo mismo sucede con el sistema de Localización de Planta, es necesario conocer los componentes que lo integran con el fin de desarrollar un análisis y estructurar un método general para este estudio, y así alcanzar el objetivo planeado.

IV.3.1. COMPONENTES DEL SUBSISTEMA

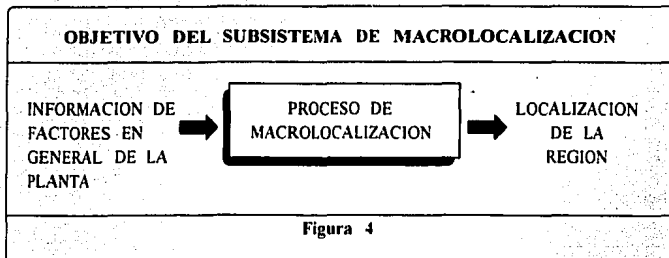
Puede considerarse que el problema de localización consta de tres componentes:

- 1.- Elegir el territorio o la región general
- 2.- Escoger la localidad particular dentro de la región.
- 3.- Seleccionar dentro de la localidad el lugar específico para la planta.

A menudo la elección del sitio particular y la localidad constituyen una sola decisión, debido a la participación activa de las cámaras de comercio y comisiones de desarrollo, dependencias del estado y centros industriales en ofrecer al posible vecino, datos inmediatos sobre una serie de sitios o lugares posibles para localizarse dentro de la misma localidad. De tal manera que el problema de localización se divide en dos subsistemas: macrolocalización y microlocalización.

IV.3.1.1. MACROLOCALIZACION.

La macrolocalización de un proyecto es la selección y descripción de una región urbana o rural para la ubicación de una planta de producción o servicios, con la finalidad de obtener las ventajas comparativas de su instalación.



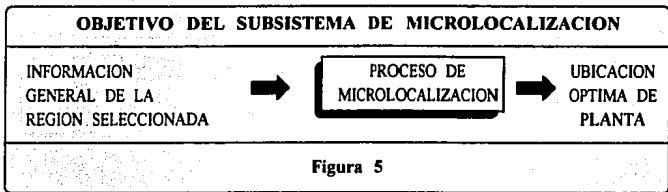
Para realizar la selección óptima de la región, es necesario auxiliarnos en las siguientes metodologías:

- 1.1. Método de asociación aparente
- 1.2. Método de encuestas
- 1.3. Método de análisis relativo a costos
- 1.4. Método de mapas
- 1.5. Método gráfico de teleraña
- 1.6. Método de centro de gravedad
- 1.7. Método de distancia rectangular
- 1.8. Método de distancia euclidiana

Puede darse la necesidad de considerar la localización como problema mundial y no limitado a región determinada dentro de un territorio nacional. La indole fundamental del problema no cambia, aunque haya que incluir en el análisis factores económicos de alcance internacional.

IV.3.1.2.- MICROLOCALIZACION.

Una vez determinada el área de macrolocalización se procede a realizar el estudio de microlocalización, el cual consiste en determinar y seleccionar el terreno exacto donde se localiza la planta. Siendo esta ubicación la que nos permite obtener la mayor tasa de rentabilidad de la inversión desde el punto de vista privado, o el costo unitario mínimo desde el punto de vista social.



En esta etapa de la localización, será necesario auxiliarnos de algunas metodologías como las siguientes:

- 2.1. Método de evaluación por puntos.
- 2.2. Método de análisis de costos

CAPITULO V

DESARROLLO DEL ESTUDIO DE LOCALIZACION DE PLANTA

Una vez que se explicó la importancia de ver el problema de localización de planta como sistema, para no cometer el error más común de analizar los problemas como hechos aislados. Se presentan a continuación las causas que dan origen a este problema.

V.1. CAUSAS QUE DAN ORIGEN A LA LOCALIZACION DE PLANTA.

La causa principal que da origen a un estudio de esta naturaleza es la creación de nuevos centros de producción o distribución.

En una compañía establecida continuamente se presenta la decisión de localización o relocalización, esto último puede ocurrir debido a:

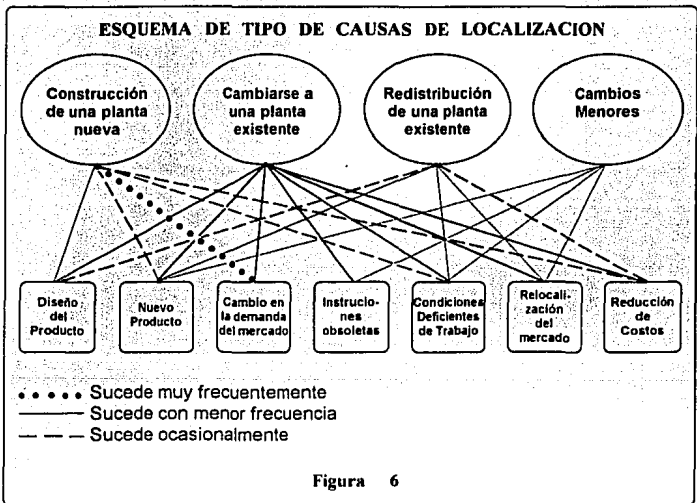
- a) Que sus ventas exijan abrir nuevos mercados para sus productos.
- b) Querer dar servicio más eficiente a los clientes.
- c) Cambio de las fuentes de abastecimiento.
- d) Crecimiento concéntrico de la industria.
- e) Insuficiencia de materias primas.
- f) Problemas con los desperdicios.
- g) Impuestos desfavorables.
- h) Altos costos de distribución.
- i) Problemas de seguridad.
- j) Desventajas comparativas y competitivas.²¹
- k) Por daños ecológicos.

Una compañía establecida que enfrenta un crecimiento de ventas y/o desplazamiento de mercados, tiene las siguientes alternativas:

21. Desventajas comparativas. Este caso se presenta cuando una empresa está comparativamente ante otra, fuera de competencia debido a estar localizada en un terreno que no tiene los recursos naturales o características físicas que el otro terreno presenta. Ejemplo: Clima, tipo de suelo, hidrografía, recursos naturales, etc.
- Deventajas competitivas. Este caso se presenta cuando una empresa tiene baja competencia por no contar con ciertas características o cualidades adquiridas con la especialización (no naturales), que otras empresas poseen, como tecnología, mano de obra, infraestructura, etc.

- 1.- No expandirse y dejar la sobrecarga a la competencia.
- 2.- No expandirse pero controlar la sobrecarga y así tratar de mantenerse en forma competitiva.
- 3.- Expandirse donde está localizada actualmente.
- 4.- Mantenerse en el lugar, pero construir nuevas plantas en otros lugares.
- 5.- Abandonar la presente localización y relocalizar toda la empresa y subempresas, si es que existen.

Cualquier compañía que ha permanecido en el mismo sitio durante mucho tiempo, tiene que valorar todas estas alternativas antes de tomar la decisión de relocalizar.



V.2. REQUERIMIENTOS PARA UN ESTUDIO DE LOCALIZACION DE PLANTA

La localización correcta de una planta o un servicio es tan importante como la selección de un buen proceso. Deben estudiarse cuidadosamente los factores tangibles como: Mano de obra, materia prima, uso de suelo, etc. Pero sin olvidarse de analizar los factores intangibles que son difíciles de detectar y de evaluar.

La selección del lugar donde ubicar una planta debe basarse en un estudio detallado, para considerar todos los factores como sean posibles; mediante un modelo causal que será explicado en el apartado de macrolocalización, sección V.5.

Antes de proceder en un estudio de localización de planta, debe tenerse un conocimiento completo de la organización, del historial del producto, de los datos, de los costos, si existe la fábrica. En caso de ser una nueva empresa se debe tener la información de la formulación y evaluación de proyectos, especialmente de los estudios de mercado, ingeniería de proyecto y de tamaño de planta.

Así como una familia debe conocer sus propias necesidades cuando compra una casa, una compañía debe también conocerse así misma antes de decidir el nuevo sitio en que va a construirse la planta. En ocasiones no es tan fácil obtener toda la información y conocer todos los factores que van a intervenir por el rápido desarrollo de la industria de procesos.

Al realizar un estudio de localización de planta debe tomarse una decisión entre dos extremos. El primero consiste en hacer un estudio estadístico completo para conocer las necesidades del producto o servicio en el mercado para lo cual se requerirá de tiempo; y el otro extremo es la realización de un estudio corto basado en ideas preconcebidas. Hacer un estudio completo de miles de lugares posibles para construir la planta, es por supuesto imposible. Deben buscarse medios para restringir el número de alternativas posibles y así realizarlo en forma sistemática, como se propone en el presente estudio.

Si se toma la decisión de construir una nueva planta, entonces es necesario realizar un análisis completo, que se inicia con la acumulación de datos referentes a los requisitos de localización para lo cual hay que dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Está integrada con otras compañías?, ¿Cuáles serán los mercados que

atenderá esta empresa?, ¿Dónde se encuentran las fuentes de materias primas utilizadas por la empresa?, ¿Qué tipo de mano de obra se requiere?, ¿Qué tipo de transporte se necesita? ¿Cuánto terreno se necesita para la construcción de la planta, y para su ampliación futura?, ¿Qué tipo de infraestructura se requiere para la planta?, ¿Se requieren condiciones climatológicas especiales?, entre otras.

Todas las preguntas anteriores podrán ser contestadas una vez realizados los estudios de mercado de abastecimiento y consumo, estudio de ingeniería del proyecto y el estudio de tamaño de planta; que son complemento del estudio general de la formulación y evaluación de proyectos

V.3. FACTORES QUE DETERMINAN LA MACROLOCALIZACION

Para la realización de un estudio de macrolocalización es necesario antes que nada, identificar los factores que afectan de manera directa la decisión de seleccionar un lugar entre otros.

Los factores que afectan el problema de macrolocalización se clasifican en: críticos, objetivos y subjetivos, figura 7.

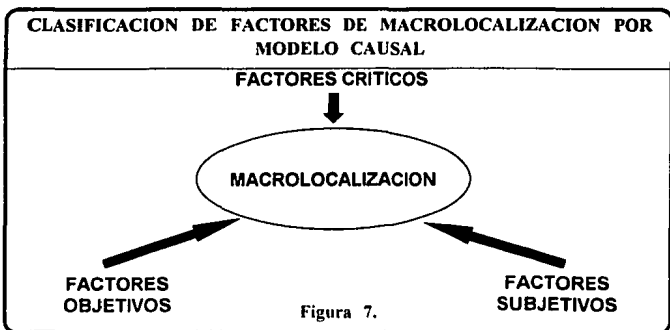


Figura 7.

ESQUEMA DE FACTORES DE MACROLOCALIZACION

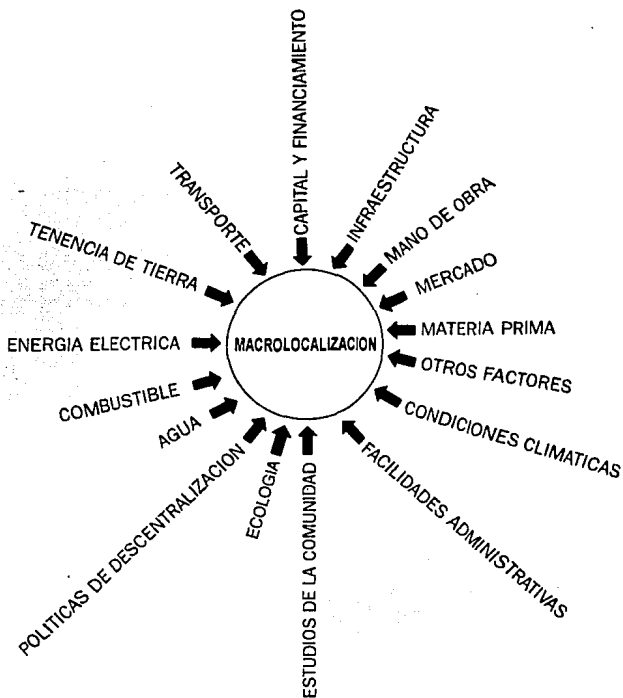


Figura 8

a) Factores críticos.

Un factor es crítico, si su naturaleza puede impedir la localización de una planta o servicio en un sitio determinado, a pesar de otras condiciones que puedan existir. Por ejemplo, para una empresa que requiera una gran cantidad de agua en sus procesos, no consideraría un sitio donde la escasez de agua es probable; para otras empresas con grandes consumos de energéticos, no se considerarían sitios donde no se obtuvieran bajos costos y abundante energía eléctrica y combustibles.

b) Factores objetivos.

Son aquellos que pueden ser evaluados en términos monetarios, como mano de obra, materias primas, impuestos, entre otros.

c) Factores subjetivos.

Son aquellos que se caracterizan por un tipo cualitativo de medición. Por ejemplo, la naturaleza de las relaciones sindicales y su actitud, situación política etc. pueden ser evaluadas, pero no se puede establecer un equivalente monetario.

En la teoría económica el problema de macrolocalización se reduce a lograr un equilibrio adecuado entre factores de costo y demanda, para lograr una ganancia máxima o reducción de costo por lo que es necesario tomar en cuenta que todos los factores de costo varían en cada región. "En muchas industrias una diferencia de hasta 10% de los costos totales de fabricación y distribución, puede lograrse simplemente en virtud de la geografía"²²

La selección de la región requiere informes de índole más general que la ubicación local.

Existe toda una lista de 700 factores que afectan la ubicación de una planta.²³ Se presenta a continuación una lista de los principales factores que afectan el análisis de macrolocalización; figura 8.

V.3.1. FACTORES OBJETIVOS Y CRÍTICOS

Dentro de los factores objetivos que se describen enseguida, algunos de ellos también pueden ser clasificados como críticos, dependiendo del giro de la empresa que se desea instalar.

22. Reed Riddell Jr "Localización, Layout y mantenimiento de planta" El Ateneo, Argentina, 1971, pp. 11

23. Centro nacional de Productividad "Distribución de planta y manejo de materiales", Mexico.

MATERIA PRIMA:

Toda industria dedicada a la manufactura requiere de insumos (materias primas) para la obtención del producto final.

En la terminología industrial moderna la materia prima incluye algunos otros suministros como son, partes parcialmente procesadas o componentes completos requeridos para la elaboración del producto.

Existen algunas materias primas que no son fácilmente transportables por su naturaleza física o por dificultades de otro orden. Si los insumos constituyen una parte considerable, queda descartada la posibilidad de transportarlos a grandes distancias, originando la necesidad de instalar la planta cerca del origen de dichos insumos. Tal puede ser el caso de las industrias cuyas materias primas son productos agrícolas perecederos, o industrias que económicamente no toleran fletes muy elevados (remolacha, leche, maderas, frutas para conservas, etc.).

Cabe señalar que la instalación de una industria puede estimular la producción de un bien determinado, y algunas veces se llega a decidir la instalación de una industria para estimular la producción de un bien. Un caso típico puede ser la industria lechera, que estimula la producción de leche al constituirse un centro estable comprador de materia prima. Lo mismo suele ocurrir con la industria de conservas, tanto de pescado, frutas y hortalizas, que generalmente están ligados a programas de desarrollo y políticas de fomento.

Para el caso del problema general de localización de planta se tiende a ubicar en el lugar que tenga los menores costos de insumos y de transporte. Por lo que se hace necesario buscar que las materias primas cumplan con los siguientes requisitos como: precio, condiciones de compra, disponibilidad, cantidad requerida, características especiales, tiempos de entrega, calidad, proximidad a la planta y a los centros de consumo.

MERCADO.

Para el factor de mercado, al momento de realizar el estudio de localización, se deben considerar como mínimo los siguientes subfactores a investigar: naturaleza del mercado, competencia, cercanía, tamaño o demanda potencial, precios de los competidores, exportación, nuevos mercados, concentración o dispersión de la demanda.

MANO DE OBRA.

En la localización de planta, este factor destaca por su influencia especial en las industrias orientadas hacia la mano de obra.

Las industrias que tienden a localizarse próximas a los centros de mayor disponibilidad y menor costo de mano de obra, se caracterizan por utilizar un alto porcentaje de ella en su producción y por elaborar productos de alto valor unitario, como es el caso típico de la industria del calzado.

Al estimar la incidencia de este factor en la localización, se debe considerar el costo de la mano de obra en general y la disponibilidad de mano de obra especializada para la industria o servicio en estudio. El problema tendrá estrecha relación con la movilidad de la fuerza de trabajo y el grado de libertad que tenga la industria o servicio proyectado para depender de ella. El esquema para analizar la fuerza locacional de la mano de obra es el siguiente:

- a). Estimar la incidencia de los diversos tipos de mano de obra requeridos en el costo total de producción de la planta o servicio de que se trate.
- b). Investigar la disponibilidad de diversos tipos de mano de obra en distintas localizaciones.
- c). Investigar cuáles son las tasas de sueldos y salarios.
- d). Identificar conflictos laborales (ausentismo, rotación, sindicalismo, etc.)

Dadas las características de la planta, la mano de obra puede no ser el factor más importante, pero debe tomarse en cuenta por ejercer gran influencia en la ubicación regional.

INFRAESTRUCTURA.

Al analizar la infraestructura de la región, comunidades y sitios donde se pretenda instalar la planta, es conveniente tomar en cuenta los siguientes subfactores: vías de comunicación, combustibles disponibles, agua, terreno (topografía, drenaje y área disponible), otros servicios de la comunidad, tipo y costo de instalaciones, facilidades de acceso, entre otras.

CAPITAL Y FINANCIAMIENTO.

Como las empresas industriales y comerciales están dentro de la economía del país, este factor afecta la decisión de localización, por la importancia que han

tomado los instrumentos crediticios en la actualidad debido a la escasez de recursos financieros por parte de los empresarios, teniendo que recurrir a los financiamientos externos.

De lo anterior se puede concluir la importancia que tienen las facilidades otorgadas por la banca o instituciones de apoyo por parte del gobierno, como son: el plazo de financiamiento, tiempo de gracia, interés, etc.

TRANSPORTE.

El transporte es uno de los factores más importantes al momento de elegir la localización, por su participación en el precio final del producto, que es clave para su preferencia en el mercado. El producto final debe estar en el lugar y momento adecuado para garantizar competitividad,²⁴ por lo que se recomienda que sean analizados los siguientes subfactores: oferta de modos de transporte; tarifas; condición y tipo de caminos; oferta de transporte a diferentes distancias; actitud de transportistas; disponibilidad de leyes; reglamentos; asociaciones; ley de pesos y dimensiones; entre otras.

TENENCIA DE LA TIERRA.

La necesidad de terreno va más allá del simple requerimiento de poseer un suelo donde edificar una empresa. El predio que ocupará la planta varía de acuerdo al tipo de empresa, donde las pequeñas y medianas empresas ocupan hasta menos de una hectárea y las grandes varias hectáreas, como es el caso de las industrias automotriz y fundidoras. El lugar elegido debe satisfacer propósitos de almacenamiento de materia prima y producto terminado, estacionamiento de camiones y automóviles; y suficiente terreno para futuras expansiones, lo que normalmente no es tomado en cuenta.

Para la mayoría de las empresas se requiere un sitio en particular, que posea ciertos atributos físicos especiales, como acceso a un río, canal o lago para depositar sus efluentes. También el nivel del terreno puede ser importante para las industrias que requieren extensas áreas para sus naves y para las que necesitan un sitio sólido, para soportar equipo especial muy pesado.

Otros de los subfactores a considerar en este apartado son: el tipo de propiedad; su composición y características físicas; el uso reglamentado y el costo. Este último

24. De Buen Richkarday Oscar "La integración del transporte de carga como elemento de competitividad nacional y empresarial". Instituto Mexicano del Transporte, publicación Técnica No. 24, 1991, pp. 32.

varia desde los terrenos ejidales de poco valor, hasta los de gran valor como los de parques industriales.

ENERGIA ELECTRICA.

En los países poco desarrollados, la disponibilidad de energía eléctrica suele ser un factor decisivo en la localización, aun cuando otros factores aconsejaren lugares distintos. La razón es que, si bien es cierto que la energía eléctrica es transportable a largas distancias, la inversión necesaria puede ser de tal cuantía que en muchos casos no se pueda justificar para una sola industria. El costo de transporte de energía puede ser prohibitivo por dar lugar a tarifas elevadas para determinados propósitos industriales. Si no hay posibilidad de conexión, la tarifa es alta en la localidad seleccionada, la alternativa es instalar la propia central de fuerza en ese lugar, o emplazar la industria cerca de la fuente de energía que esté disponible a un bajo precio. En los lugares que cuentan con energía eléctrica suelen encontrarse facilidades de producción (servicios educativos, sanitarios, administrativos, etc.) y al final la balanza suele inclinarse, por lo general, en este último sentido.

Hay industrias donde la disponibilidad de energía eléctrica a bajo costo es decisiva para su instalación: las electroquímicas constituyen un ejemplo; en otras representa un rubro tan pequeño que su costo relativo carece de importancia.

COMBUSTIBLES.

Aparte de su influencia locacional como uno de los insumos, las alternativas técnicas en cuanto al uso y transporte de un tipo de combustible u otro (carbón, petróleo o gas) pueden afectar también la localización; por ejemplo, algunos combustibles se prestan más fácilmente para la regulación técnica en los procesos manufactureros y en cierto tipo de industrias se tiende a usar los más flexibles (gas y petróleo), porque las ventajas del mejor control técnico suelen compensar el mayor costo directo. En otros casos la fuerza locacional del combustible, puede provenir de sus especificaciones técnicas en cuanto a impurezas como el azufre, haciendo que se prefiera la fuente de un origen a otro, en virtud de la influencia respectiva sobre los procesos de producción.

Las facilidades de transporte que presentan los diferentes tipos de combustible, (sólidos, líquidos o gaseosos) influirán en los costos y en las distancias de los respectivos orígenes al lugar en que se pueda instalar la fábrica. En resumen, las

diversas fuentes de los combustibles podrán influir en la localización de la fábrica en función de sus costos en la fuente de origen, sus características técnicas, sus condiciones de transporte y su disponibilidad.

AGUA.

El agua es un insumo prácticamente indispensable en la totalidad de las actividades productivas. Se requiere agua tanto para los variados usos humanos y de la población en general (huertos y jardines), como para diversos usos industriales (agua para las calderas, para enfriamiento y para los procesos de producción). Su influencia como factor locacional depende en esencia de su disponibilidad. Esa influencia será mínima si hay agua en la cantidad y calidad requeridas en todos los lugares posibles a localizar. En caso de estar disponible este factor sólo en algunos lugares, puede llegar a ser un elemento crítico para la localización.

OTROS FACTORES.

En la práctica es necesario analizar el número mayor de factores posibles como son: servicios de comunicación (radio, correo, telégrafo, teléfono, etc.), servicio de almacenaje, tarifas de los servicios públicos, entre otros.

V.3.2. FACTORES SUBJETIVOS

ECOLOGIA:

Este es un nuevo factor que se debe analizar en la formulación y evaluación de proyectos. La Ecología es una ciencia perteneciente al ámbito de la Biología que se ocupa del estudio de los sistemas naturales. Por lo tanto, la Ecología estudia las relaciones recíprocas entre los organismos y su medio ambiente, con la finalidad de determinar los efectos negativos que pueda presentar el nuevo proyecto al ser localizado en su medio.

Para determinar los efectos ambientales de un proyecto, se utilizan los siguientes criterios:

- a) Magnitud: Es definida como la probable severidad de cada impacto potencial, ¿Será el impacto reversible?, Si fuese reversible, ¿Cuál puede ser la tasa de recuperación o adaptabilidad de un área impactada?, ¿Buscará la actividad impedir el uso del área impactada para otros propósitos?

- b) **Prevalencia o dominancia:** es definida como el grado en el cual el impacto puede eventualmente extenderse como efectos acumulativos de un número del cruce en la línea. Cada uno tomado separadamente puede representar un impacto localizado de pequeña importancia y magnitud, pero un número de tal cruce puede resultar en un efecto esparcido. Aparejado con la determinación de los efectos acumulativos está el alejamiento de un efecto de la actividad que lo causó. Por ejemplo, la deterioración de la producción pesquera resulta de los caminos de acceso, pudiendo afectar la pesca deportiva en un área lejana y por meses o años, después de completado el proyecto.
- c) **Duración y Frecuencia:** Puede ser explicado como sigue: ¿Será la actividad de largo o de corto plazo? Si la actividad es intermedia ¿Podrá recobrase durante un periodo de inactividad?
- d) **Riesgos:** Es la probabilidad de los efectos ambientales serios. La probabilidad de evaluar los riesgos depende del conocimiento y entendimiento de las actividades y el impacto potencial sobre un área.
- e) **Importancia:** Es definida como el valor que está unido a un área específica en el estado presente, por ejemplo: una comunidad local puede valorar un tramo pequeño de playa para bañarse o un pequeño pantano para cazar. Alternativamente el área impactada puede ser regional, provincial o de igual importancia, nacional.
- f) **Mitigación:** Son soluciones a problemas que se presentan. Existe tecnología que puede aportar soluciones a un problema durante las primeras fases de un proyecto, por ejemplo, cambiando la configuración de un camino de acceso.

En la actualidad, todo proyecto debe evaluarse con la conciencia y la capacidad de considerar a los recursos naturales como recursos escasos, deteriorables y potable; cuya utilización implica, inevitablemente, costos y beneficios que afectan de distinta forma a diferentes grupos sociales; cuyos costos pueden ser minimizados o, incluso, evitados, y los beneficios ampliados mediante una gestión ambiental apropiada, cuya investigación científica y tecnológica puede generar oportunidades de aprovechamiento ambiental para el desarrollo.

De acuerdo con la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental,²⁵ las actividades que se consideran susceptibles de degradar el ambiente son las siguientes:

25. Salinas de Gortari Carlos. "Ley y Reglamento General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente". Diario Oficial de la Federación, México, 7 de Junio 1988

- * Las que directamente e indirectamente contaminen o deterioren el aire, el agua, los fondos marinos, el suelo o el subsuelo o incidan desfavorablemente sobre la fauna o flora;
- * Las alteraciones nocivas de la topografía;
- * Las alteraciones nocivas del flujo natural de las aguas;
- * La sedimentación en los cursos y depósitos de aguas;
- * Los cambios nocivos del lecho de las aguas;
- * La introducción y utilización de productos o sustancias no bio-degradables;
- * Las que producen ruidos molestos o nocivos;
- * Las que deterioran el paisaje;
- * Las que modifiquen el clima;
- * Las que produzcan radiaciones ionizantes;
- * Las que propenden a la acumulación de residuos, basuras, desechos y desperdicios;
- * Las que propenden a la eutroficación de lagos y lagunas;
- * Cualesquiera otras actividades capaces de alterar los ecosistemas naturales e incidir negativamente sobre la salud y bienestar del hombre.

Actualmente este factor adquiere cada vez más importancia en la decisión de localización de servicios, debido al costo en que se incurre en una reubicación únicamente por no analizar el impacto ambiental del proyecto.

POLITICAS DE DESCENTRALIZACION.

Con el fin de descongestionar ciertas zonas de un país, habrá casos en que se adopte una política deliberada para diversificar geográficamente la producción, en igualdad de condiciones, a través de incentivos tributarios o de otro orden.

Existen determinadas zonas de un país como provincias, estados, departamentos, municipios y comunidades que dentro de sus atribuciones, a veces establecen reglamentaciones o disposiciones legales y tributarias destinadas a atraer empresas. Estos estímulos pueden influir en la localización de industrias, mayor posibilidad de dispersión geográfica, debido a las fuerzas locacionales que inciden en ellas.

La intensidad y efectividad de estas fuerzas variarán según sean las circunstancias específicas y la naturaleza de los estímulos e inhibiciones puestas en juego. Así, por ejemplo, la influencia de las exenciones fiscales en los estados o provincias suele ser pequeña en América Latina, dada la cuantía de los impuestos que son

sujetos de exención. Por otra parte, si dentro de un mismo país se generaliza la práctica de conceder exenciones o ventajas especiales en los distintos estados, pierde gran parte de su fuerza el elemento de atracción de industrias que ofrecen esas medidas.

En México, el Plan Nacional de Desarrollo desalienta las inversiones en el Valle de México, y promueve su inversión en ciertas ciudades de tamaño medio que, por sus recursos humanos y materiales, tienen potencial de desarrollo. En primer plano están las fronteras y las costas, para facilitar la exportación manufacturera. También se seleccionan algunas ciudades del interior de la República ubicadas en los alrededores de la red nacional de gas. Para las empresas que se localicen en estas regiones prioritarias, el plan otorga diversos estímulos (incentivos fiscales, planes de desarrollo de gobierno, impuestos, restricciones, leyes de protección a la industria) a cargo de la administración pública federal.

Para lograr el objetivo anterior se agruparon y jerarquizaron las siguientes zonas:

- a) **Zona I. De estímulos preferenciales.** Comprende cuatro puertos industriales: Coatzacoalcos, Lázaro Cárdenas, Salina Cruz, Tampico, y sus municipios aledaños (prioridad IA), y otras ciudades con potencial de desarrollo urbano industrial (prioridad IB). En conjunto abarca once áreas.
- b) **Zona II. De prioridades estatales.** Incluye los puntos que los ejecutivos de las entidades federativas señalen como centros de actividad industrial en sus estados, conforme a los convenios que con este propósito se concerten con el gobierno federal.
- c) **Zona III. De ordenamiento y regulación.** Se subdivide en un "área de crecimiento controlado", integrada por el Distrito Federal y municipios conurbados; y una "área de consolidación" donde están núcleos de población dentro del radio de influencia de la primer área. En esta zona, las nuevas empresas no recibirán estímulos.

ESTUDIO DE LA COMUNIDAD.

Los estudios para seleccionar la comunidad y sitios donde se localice la planta, pueden comprender los siguientes subfactores: Preferencias administrativas, presupuestado

de la comunidad, trabajo, facilidades de la comunidad, gobierno e impuestos de la comunidad, disponibilidad de sitios, financiamiento, costumbres y cultura.

FACILIDADES ADMINISTRATIVAS, DE VIVIENDA, ETC.

Ciertos emplazamientos ofrecen una serie de facilidades de este tipo, que pueden influir en la elección de una localización. Conviene reconocer claramente el hecho que estos factores representan insumos en la industria, aun cuando muchas veces no forman parte de sus costos explicitos. En aquellas localizaciones que no existen estas facilidades, la propia industria deberá proporcionarlas en mayor o menor grado, lo que supone una inversión y el costo de operación consiguiente.

La política de descentralización a que se acaba de hacer referencia puede utilizar como elemento de estímulo la provisión de estos servicios, convirtiéndolos en fuerzas locacionales.

CONDICIONES CLIMATICAS.

Los subfactores convenientes a analizar cuando se revisan las condiciones climáticas son: El comportamiento del clima durante las diferentes estaciones del año, lo anterior es tomado como base para la determinación del criterio de operación.

V.4. METODOLOGIAS PARA LA MACROLOCALIZACION.

En la actualidad existen gran variedad de metodologías para realizar la selección primaria o macrolocalización, entre las que destacan por su importancia, aplicación sencilla y resultados, las técnicas de ingeniería industrial y de programación lineal.

V.4.1. METODOS DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Presentando en este rubro los siguientes métodos.

V.4.1.1. METODO DE ASOCIACION APARENTE.

Con este método se analizan y comparan empresas o negocios semejantes al que se requiere instalar, observando objetivamente (mediante visitas) las condiciones que prevalecen en los sitios donde están instalados, tratando de encontrar esas mismas condiciones, en cada una de las regiones visitadas.

Este método es sumamente sencillo y de bajo costo, pero se puede incurrir en graves errores, si las plantas visitadas tienen una mala localización.

V.4.1.2. METODO DE ENCUESTAS.

En este método se analizan encuestas escritas aplicadas a plantas semejantes, para averiguar qué factores de localización se consideran más importantes, y los que tomaron en cuenta para su localización, teniendo como base el siguiente cuestionario.

- 1.- ¿Cuál es el factor o factores críticos de esta empresa para su localización?
- 2.- ¿Cuáles son los factores más importantes a tomar en cuenta en una relocalización para esta planta?
- 3.- ¿Cuáles factores no se tomaron en cuenta al localizar esta planta y como afecta su carencia en la operación de la misma?
- 4.- ¿Qué problemas han tenido con la localización actual de la planta y cómo los superan?
- 5.- ¿Cuáles ventajas locacionales tiene su competencia?
- 6.- ¿Qué tipo de problemas locacionales tienen sus competidores?
- 7.- ¿Qué factores locacionales tomaron en cuenta a corto y largo plazo?
- 8.- ¿Cuáles factores irrelevantes tomaron en cuenta al localizar esta planta?
- 9.- ¿Cómo drenan sus desperdicios al exterior?
- 10.- Si ustedes se fueran a cambiar de localización, ¿Cuáles factores y subfactores tomarían en cuenta para su nueva ubicación?

Este método es más analítico que el anterior pero tiene los siguientes puntos débiles, como son: La veracidad de las respuestas de las plantas, la subjetividad y el sobreestimar factores por parte de los encuestados.

V.4.1.3. METODO DE ANALISIS RELATIVO DE COSTOS

Consiste en la realización de censos a empresas semejantes a la que se pretende instalar, para investigar cuales son los factores que causan los mayores costos, así

como su participación porcentual en el costo total de la empresa. Para que posteriormente con esta información buscar un lugar donde se logre minimizar estos costos.

Este método es más analítico que el anterior, pero tiene la desventaja siguiente: Puede ser que ciertos factores causen mayor o menor participación en el costo total de las empresas encuestadas, pero no en la que se pretende localizar.

V.4.1.4. METODO DE MAPAS

Con este método se selecciona el área que tenga la concentración de factores locacionales, con el fin de que la planta maximice los beneficios obtenidos por estos.

SECUENCIA DE PASOS:

- 1.- El paso primero es analizar cuales son los factores de macrolocalización (críticos, objetivos y subjetivos) que afectan de manera determinante la selección de una región para establecer la planta.
- 2.- En un mapa (regional, estatal, nacional o mundial, según sea el caso) lo más grande posible, señalar con puntos de diferente color cada factor en particular, que es satisfecho por las regiones o lugares en el mapa.
- 3.- Al final se tendrán algunas regiones con mayor concentración de factores. Seleccionar la región que cumpla con el mayor número de factores, siempre y cuando incluya el o los factores críticos.

V.4.1.5. METODO GRAFICO DE LA TELARAÑA.

Este método se basa en la ubicación de puntos en un plano o mapa de la región, en donde se satisfagan grupos de factores y/o subfactores de localización, posteriormente uniéndolos con líneas rectas a todos y seleccionando un polígono en el área de mayor cruzamiento, con la condición de que contenga el o los factores críticos, este método sirve para delimitar la comunidad más adecuada, sin embargo, su grado de imprecisión se relaciona con el grado de superficialidad con que se analicen y ubiquen los factores.

SECUENCIA DE PASOS.

- 1.- Selección y jerarquización en importancia de los factores y/o subfactores de macrolocalización (críticos, objetivos y subjetivos).
- 2.- Elección y limitación de la región donde se deba localizar la planta, en caso de que no esté prefijada.
- 3.- Mediante un recorrido de zona, seleccionar y marcar con puntos en un plano o mapa, los lugares donde se satisfagan grupos de factores y subfactores, indicando cuáles de ellos se localizaron.
- 4.- Unir con líneas rectas todos los puntos marcados con todos en el mapa y remarcar polígonos en la parte de mayor cruzamiento de líneas.
- 5.- Seleccionar la comunidad, escogiendo el polígono menor, que contenga dentro de sus vértices el lugar o lugares donde se satisfagan la mayoría de los factores y/o subfactores más importantes e incluyendo el o los factores críticos.

V.4.2. METODOS DE PROGRAMACION LINEAL

COMPONENTES DEL PROBLEMA DE LOCALIZACION

En la descripción general del problema de localización, podemos identificar seis componentes principales que lo forman.²⁶

DEMANDA: Definida como necesidad o deseo de adquirir un bien o un servicio unida a las posibilidades de adquirirlo. También es definida como la interacción entre fuentes de servicio y centros de demanda.

NUMERO DE SERVICIOS:

Representa la cantidad de nuevos servicios que se desean o necesitan localizar, siendo uno para el caso de localización de planta.

26. Aceves García Ricardo "Localización de servicios modelos y aplicaciones". Tesis, DIEPI-UNAM, México, 1986, pp. 9.

MEDIDA DE DISTANCIA:

Representa la distancia entre los diferentes puntos o centros de demanda y fuentes de servicio, en la región o área de estudio.

LOCALIZACION DE LOS FACTORES:

Indica los diferentes sitios o lugares donde se encuentran los factores que determinan y afectan la localización de la empresa o en algunos casos los centros de demanda que se planea servir con la nueva planta productiva.

ESPACIO DE SOLUCIONES:

Este espacio de soluciones puede ser continuo, para el caso de localización de planta es discreto, indicando el número de posibles ubicaciones de nuevos servicios.

FUNCION OBJETIVO:

Normalmente representa alguna función del costo total, para evaluar soluciones alternativas.

Estos elementos deberán estar presentes de una u otra forma en el problema de localización, para encontrar su optimalidad.

FORMULACION GENERAL DEL MODELO

La formulación general del problema de localización de planta, se establece como sigue: Existen m factores locacionales de demanda en diferentes puntos conocidos P_1, P_2, \dots, P_m y una planta o servicio será localizado en el punto X . Los costos de transporte se suponen proporcionales a la distancia entre la nueva planta y el centro de cada factor i . Si representamos por $d(X, P_i)$ la distancia del trayecto por viaje, entre los puntos X y P_i , y representamos con W_i la prioridad o peso de los factores de demanda o en su caso al producto del costo por unidad de distancia viajada y el número de viajes hechos por unidad de tiempo, entre la nueva planta y el factor locacional de demanda i . El costo total por unidad de tiempo debido a los viajes entre la nueva planta y todos los factores de demanda, está dado por:

$$F(x) = \sum_{i=1}^m W_i d(X, P_i)$$

El problema consiste en determinar la localización de la nueva planta X que minimice a $F(X)$, o sea, al costo total de transporte. Dimensionalmente $F(X)$ es expresado en \$/unidad de tiempo, ya que W_i está dada en (\$/distancia) (No. viajes/ unidad de tiempo) y $d(X, P_i)$ en (distancia/No. viajes).

En algunas aplicaciones el costo por unidad de distancia es constante y el problema se reduce a determinar la localización que minimice la distancia.

La cantidad W_i se puede expresar también como se muestra a continuación, para casos en que se manejan centros de demanda en lugar de factores de demanda, (P_i) quedando como sigue::

$$W_i = C_i D_i$$

Donde:

C_i es un costo unitario/unidad de distancia.

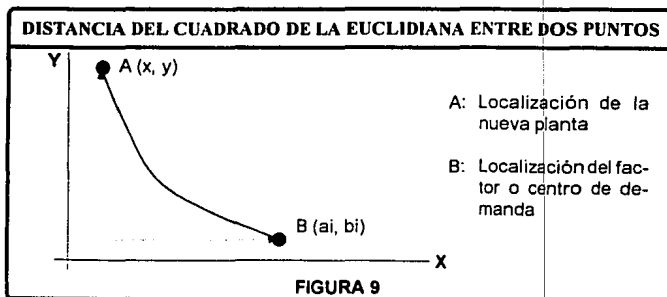
D_i es la demanda o flujo.

NOTA:

El término W_i para el caso de localización de planta será referido como prioridades o pesos por lo general y algunas veces demanda del centro i .

V.4.2.1. METODO DE DISTANCIA DEL CUADRADO DE LA EUCLIDIANA O DE CENTRO DE GRAVEDAD.

Este método de localización de plantas o servicios, está fundamentado en la búsqueda de minimizar la distancia entre los factores o centros de demanda y la nueva planta productiva, usando como medida de longitud entre ambos puntos la suma del cuadrado de las rectas ortogonales que unen dichas entidades, como se muestra en la figura 9.



La distancia del cuadrado de la euclidiana es apropiada para problemas de localización de servicios para carreteras, oleoductos, gasoductos, cableado eléctrico foráneo, etc.

Este método se basa en encontrar la comunidad más adecuada, mediante el cálculo de coordenadas de centro de gravedad de los factores y/o subfactores que se consideren, el cual se ubica en un plano o mapa, como el lugar óptimo donde instalar la planta, finalmente dicha planta deberá ubicarse en un terreno favorable, lo más cercano a dicho centro de gravedad.

En algunos problemas de localización de planta, el costo no es una función lineal de la distancia, por ejemplo, el costo de transporte de carga no sigue una línea recta, ya que a mayor kilometraje recorrido el costo unitario de transporte disminuye.

Dependiendo del problema, $d(X, P_i)$ puede tomar diferentes formulaciones. Así tenemos que, también es posible utilizar el cuadrado de la euclidiana entre X y P_i como medida de la misma.

Si (x, y) son las coordenadas de la nueva planta y (a_i, b_i) son las coordenadas del centro de demanda i , el cuadrado de la distancia euclidiana entre X y P_i queda definida por:

$$d(X, P_i) = [(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2]$$

Este modelo tiene la singularidad que los costos se incrementan cuadráticamente y no linealmente como el modelo anterior. El problema puede ser formulado de la siguiente manera:

$$\text{Mín } F(x, y) = \sum_{i=1}^m W_i [(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2]$$

Algún punto (x, y) que minimiza, debe satisfacer las condiciones de la derivada:

$$\frac{\delta f(x, y)}{\delta x} = 0 \qquad \frac{\delta f(x, y)}{\delta y} = 0$$

Como la función $\text{Min } F(x,y)$ es cuadrática, entonces las condiciones son necesarias y suficientes para un mínimo. Obteniendo las derivadas parciales de la función $\text{Min } F(x,y)$ con respecto a (x,y) y haciéndolas igual a cero, se obtiene la siguiente solución única:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^m W_i a_i}{\sum_{i=1}^m W_i} \quad Y = \frac{\sum_{i=1}^m W_i b_i}{\sum_{i=1}^m W_i}$$

Las coordenadas de la nueva planta pueden ser interpretadas como valores (pesos) promedios de las coordenadas (x,y) de los centros de demanda y son en efecto, las coordenadas que minimizan la función objetivo. Las soluciones son llamadas a veces, soluciones de centro de gravedad o de importancia.

SECUENCIA DE PASOS.

- 1.- Se seleccionan los factores y/o subfactores (críticos, objetivos y subjetivos) que se vayan a considerar en la macrolocalización, calificándolos con una puntuación W_i de acuerdo a una escala (de 0 a 10), según su importancia relativa en el proceso.
- 2.- Se elige y limita la región más ventajosa para los objetivos de la planta, así como en función de los factores considerados. Esto en caso que no se haya determinado por algún condicionamiento.
- 3.- Se ubica la región o zona en un plano o mapa, que contenga ejes de coordenadas; si no los tiene, se encuadra la región dentro de un trazo de ejes coordenadas.
- 4.- Se recorre la zona, para identificar conjuntos de los lugares o subregiones donde se satisfacen c/u de los factores y/o subfactores seleccionados. Después se ubican en el mapa y se realiza un cuadro que contenga la localización de los factores, pesos y coordenadas

- 5.- Se calculan las coordenadas del centro de gravedad de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^m W_i a_i}{\sum_{i=1}^m W_i} \quad \text{o bien} \quad C_x = \frac{\sum (C_f * C_{xf})}{\sum C_f}$$

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^m W_i b_i}{\sum_{i=1}^m W_i} \quad \text{o bien} \quad C_y = \frac{\sum (C_f * C_{yf})}{\sum C_f}$$

Donde:

- $W_i = C_f$ = Calificación del factor i o demanda del lugar j
 $X = C_x$ = Coordenada horizontal del centro de gravedad.
 $a_i = C_{xf}$ = Coordenada horizontal de cada factor i o centro de demanda
 $Y = C_y$ = Coordenada vertical del centro de gravedad.
 $b_i = C_{yf}$ = Coordenada vertical de cada factor i o centro de demanda

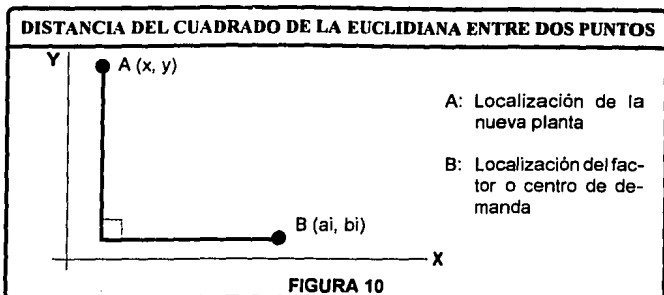
- 6.- Se ubican en el plano, las coordenadas calculadas mediante un punto, que se denomina Centro de Gravedad de los factores o centros de demanda; indicando el lugar o localidad óptima para la macrolocalización final. En caso de ser esta una región o localidad no apta para localizar la planta, se traza un círculo alrededor del punto tan pequeño como sea posible, buscando una localidad o región adecuada para localizar la planta.

Este círculo debe ser pequeño debido a que su radio está en función directa con el costo óptimo. Indicando este radio el costo adicional que se incurre al localizar la planta cerca del punto óptimo.

V.4.2.2. METODO DE DISTANCIA RECTANGULAR

Este método de localización de plantas o servicios, está fundamentado en la búsqueda de minimizar la distancia entre los factores o centros de demanda y la nueva planta productiva. Usando como medida de longitud entre ambos puntos la

suma de las rectas ortogonales que unen dichas entidades, como se muestra en la figura 10.



La distancia rectangular es apropiada para el análisis de algunas localizaciones urbanas o suburbanas, donde los viajes ocurren en un conjunto ortogonal de calles. Además, en oficinas conformadas por alas o naves laterales para localizar pasillos facilitando el paso del personal. En general, en aquellos problemas donde los viajes ocurren a lo largo de un conjunto de naves arregladas con patrón o molde rectangular. Por ejemplo en la localización de:

- Subestaciones o servicios de apoyo para la red de electrificación, telefónica, telecable, etc.
- Servicios en la red de agua potable.
- Cualquier planta productiva o servicio dentro de una ciudad, como hospitales, estaciones de bomberos y policías, librerías, fábricas, centros comerciales.
- Otros

DESCRIPCION MATEMATICA:

Si las coordenadas para la nueva planta son (x, y) y para el factor o centro de demanda i son (a_i, b_i) , tal que, $X = (x, y)$ y $P_i = (a_i, b_i)$, la distancia rectangular entre X y P_i queda definida por:

$$d(X, P_i) = [|x - a_i| + |y - b_i|]$$

El problema de localización que utiliza la distancia rectangular, puede ser representado

matemáticamente por:

$$\text{Min } F(x,y) = \sum_{i=1}^m W_i (|x - a_i| + |y - b_i|)$$

De la ecuación anterior se puede ver que el problema es equivalente a:

$$\text{Min } F(x) = \text{Min} \sum_{i=1}^m W_i |x - a_i| + \text{Min} \sum_{i=1}^m W_i |y - b_i|$$

Donde cada término del lado derecho de la igualdad, puede ser tratado como problema de optimización por separado:

$$\text{Min } F_1(x) = \sum_{i=1}^m W_i |x - a_i|$$

$$\text{Min } F_2(y) = \sum_{i=1}^m W_i |y - b_i|$$

Como $F_1(x)$ y $F_2(y)$ tienen la misma forma, el procedimiento que se aplique para minimizar alguno de ellos se podrá aplicar para el otro. El procedimiento usado para minimizar $F_1(x)$ depende de la idea de transformarlo en un problema de programación lineal equivalente, donde la solución óptima dará las coordenadas óptimas para la nueva planta.

Así un problema equivalente para $\text{Min } F_1(x)$ es:

$$\text{Min } F_1(x) = \sum_{i=1}^m W_i |R_i - S_i|$$
$$x - a_i = R_i - S_i; R_i \geq 0, S_i \geq 0$$

O bien, en términos de problema de programación lineal:

$$\text{Min } F1(x) = \sum_{i=1}^m W_i (R_i + S_i)$$

$$\text{s.a. } x - R_i + S_i = a_i ; i = 1, \dots, m$$

$$R_i \geq 0$$

$$S_i \geq 0$$

$$X \geq 0$$

Con lo que se asegura que ambos valores de R y S, no pueden ser positivos en la solución óptima de programación lineal.

Este problema puede ser resuelto por alguno de los métodos de la programación lineal, pero una solución más eficiente puede obtenerse, si se formula y resuelve el problema dual. Entonces, el problema dual simplificado equivale a:

$$\text{Max } G1 = \sum_{j=1}^m a_j z_j$$

$$\text{s.a. } \sum_{j=1}^m z_j = 0$$

$$|z_j| \leq W_j ; j = 1, \dots, m$$

Aplicando el mismo procedimiento para F2 (y), y cambiando solamente los valores de x por y, igualmente los valores de a_i por b_i , tenemos:

$$\text{Min } F2(y) = \sum_{i=1}^m W_i (R_i + S_i)$$

$$\text{s.a. } y - R_i + S_i = b_i ; i = 1, \dots, m$$

$$R_i \geq 0$$

$$S_i \geq 0$$

$$Y \geq 0$$

Entonces, el problema dual simplificado equivale a:

$$\begin{aligned} \text{Max } G2 &= \sum_{j=1}^m b_j z_j \\ \text{s.a.} \quad & \sum_{j=1}^m z_j = 0 \\ & |z_j| \leq W_j ; j = 1, \dots, m \end{aligned}$$

Algunas de las propiedades de una solución óptima para los problemas de la localización de planta con distancia rectangular son:

- a) La coordenada x o y de la nueva planta puede ser la misma que la coordenada x o y respectivamente de algún factor o centro de demanda. Desde luego no es necesario que ambas coordenadas estén en el mismo centro de demanda.
- b) La localización óptima de la coordenada x o y de la nueva planta, es media. Definiendo a la localización media como, una ubicación tal que, no más de la mitad del número de viajes esté a la izquierda o abajo de la localización de la nueva planta y no más de la mitad del número de viajes, esté a la derecha o arriba de la nueva planta, o sea, que la mitad de los centros de demanda están situados a la izquierda (abajo) y la otra mitad a la derecha (arriba) del punto medio.

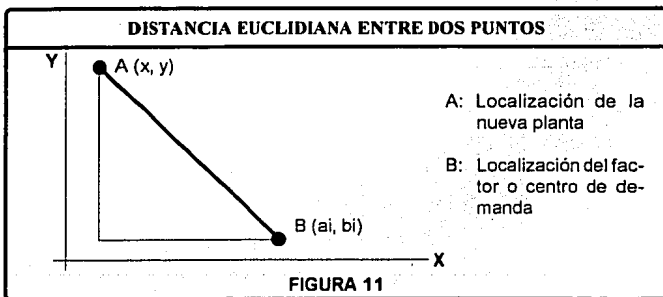
SECUENCIA DE PASOS.

- 1.- Se seleccionan los factores y/o subfactores (críticos, objetivos y subjetivos) que se vayan a considerar en la macrolocalización, calificándolos con una puntuación de acuerdo a una escala, según su importancia relativa en el proceso.
- 2.- Se elige la región más ventajosa para los objetivos de la planta, así como la función de los factores considerados. Esto en caso que no sea determinada por algún condicionamiento la región.
- 3.- Se ubica la región o zona en un plano o mapa, que contenga ejes de coordenadas: si no los tiene, se encuadra la región dentro de un trazo de ejes coordenados.

- 4.- Se recorre la zona, para identificar conjuntos de lugares o subregiones donde se satisfacen c/u de los factores y/o subfactores seleccionados, (pueden ser centros de demanda).
- 5.- Una vez localizados los factores en el mapa y teniendo las coordenadas de éstos, se procede a formular el modelo de programación lineal con base en modelo general dado anteriormente.
- 6.- Resolver por alguno de los métodos o paquetes de programación lineal el modelo para obtener las coordenadas finales de localización.
- 7.- Marcar un punto en el mapa con las coordenadas óptimas. Posteriormente trazar un círculo pequeño alrededor del punto, dicho círculo indicará la comunidad o región óptima a seleccionar, recordando que el radio del círculo es función directa al costo óptimo.

V.4.2.3. METODO DE DISTANCIA EUCLIDIANA

Este método de localización de plantas o servicios, también está fundamentado en la búsqueda de minimizar la distancia entre los factores o centros de demanda y la planta productiva. Usando como medida de longitud entre ambos puntos la recta que los une, siendo la distancia más corta. Matemáticamente es la resultante de los dos vectores ortogonales que une a dichos puntos, figura 11.



La distancia euclidiana es apropiada para problemas de localización de redes fuera de la ciudad, casos complejos de comunicación o transportación, viajes y rutas aéreas, tendido de gasoductos y oleoductos, estaciones de radio y todos los problemas de localización donde los viajes ocurran en línea recta.

Considérese que las coordenadas de la nueva planta son (x,y) mientras que las del factor de demanda i son (ai,bi) donde i = 1, ...,m. Entonces:

$$d (X,P_i) = [(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2]^{1/2}$$

El problema euclidiano puede ser representado matemáticamente por:

$$\text{Min } F(x,y) = \sum_{i=1}^m W_i [(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2]^{1/2}$$

La aproximación que inmediatamente se piensa para la solución del problema de localización con distancia euclidiana, es nuevamente calcular las derivadas parciales de la ecuación anterior y hacerlas igual a cero.

$$\frac{\delta f(x,y)}{\delta x} = \sum_{i=1}^m \frac{W_i (x - a_i)}{[(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2]^{1/2}}$$

$$\frac{\delta f(x,y)}{\delta y} = \sum_{i=1}^m \frac{W_i (y - b_i)}{[(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2]^{1/2}}$$

Nótese que para algún i, en donde (x,y) = (ai,bi) las derivadas parciales son indefinidas.

Por lo anterior vemos que la dificultad aumenta cuando la localización para la nueva planta coincide con la localización de algún factor o centro de demanda. Si hubiera alguna garantía de que la localización óptima de la nueva planta nunca será igual a la de algún factor de demanda, entonces las ecuaciones de las derivadas parciales igual a cero, serian dadas como condiciones necesarias y suficientes para la localización de menor costo de la nueva planta.

Un procedimiento alternativo para la solución del problema de localización de planta con distancia euclidiana, es el llamado "procedimiento de aproximación hiperbólico" (P.A.H.), que consiste en hacer definidas totalmente las derivadas parciales, adicionándoles un valor constante, pequeño, positivo "e" (epsilon). Como el valor de "e" (épsilon) se aproxima a cero, la nueva función se aproxima a la función original. La presentación del método se da en el apéndice A de la Tesis de Maestría de Aceves García Ricardo. "Localización de servicios modelos y aplicaciones". UNAM, México, 1986.

$$x \sum \left[\frac{W_i}{[(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2 - e]^{1/2}} = \frac{W_i a_i}{[(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2 + e]^{1/2}} \right]$$

Si hacemos que:

$$W_i(x,y) = \frac{W_i}{[(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2 + e]^{1/2}}$$

Donde:

W_i es la ponderación o peso del factor de demanda i , y también algunas veces será la demanda de centro i cuando se tiene el problema de surtir almacenes o centros de consumo P_i .

Entonces la ecuación para la variable X queda:

$$X^{k+1} = \frac{\sum_{i=1}^m a_i G_i(x,y)}{\sum_{i=1}^m G_i(x,y)}$$

Con un procedimiento similar, la ecuación para la variable Y queda:

$$Y^{k+1} = \frac{\sum_{i=1}^m b_i G_i(x,y)}{\sum_{i=1}^m G_i(x,y)}$$

Tan grande como $G_i(x,y)$ este definida.

Para obtener los valores de (x,y) se puede emplear el siguiente procedimiento iterativo.

$$X^{k+1} = \frac{\sum_{i=1}^m a_i G_i(x^k, y^k)}{\sum_{i=1}^m G_i(x^k, y^k)}$$

$$Y^{k+1} = \frac{\sum_{i=1}^m b_i G_i(x^k, y^k)}{\sum_{i=1}^m G_i(x^k, y^k)}$$

Donde:

X^{k+1} = Valor de coordenada en X para la iteración k+1 (actual).

Y^{k+1} = Valor de coordenada en Y para la iteración k+1 (actual).

a_i = Coordenada horizontal del factor o centro de demanda i.

b_i = Coordenada vertical del factor o centro de demanda i.

El índice superior indica el número de iteración.

Un valor inicial (X^0 , Y^0) es requerido para determinar (X^1 , Y^1). El valor de (X^1 , Y^1) es usado para calcular el valor (X^2 , Y^2) y así sucesivamente. El procedimiento iterativo continúa hasta que no ocurre un apreciable mejoramiento en la estimación de la localización óptima para la nueva planta o en el resultado de $\text{Min } F(x, y)$.

Típicamente, la solución de importancia es usada como valor inicial para el procedimiento iterativo. Entonces:

$$X^0 = \frac{\sum_{i=1}^m W_i a_i}{\sum_{i=1}^m W_i} \qquad Y^0 = \frac{\sum_{i=1}^m W_i b_i}{\sum_{i=1}^m W_i}$$

En el uso de P.A.H. para resolver problemas de localización, se ha observado que un valor grande de "e" (épsilon), converge rápidamente al óptimo de la función de aproximación. Sin embargo, la exactitud decrece con el incremento de los valores de "e" (épsilon).

SECUENCIA DE PASOS.

1.- Se seleccionan los factores y/o subfactores (críticos, objetivos y subjetivos) que se vayan a considerar en la macrolocalización, calificándolos con una puntuación de acuerdo a una escala, según su importancia relativa en el proceso.

- 2.- Se elige la región más ventajosa para los objetivos de la planta, así como la función de los factores considerados. Esto en caso que no sea determinada la región por algún condicionamiento.
- 3.- Se ubica la región o zona en un plano o mapa, que contenga ejes de coordenadas; si no los tiene, se encuadra la región dentro de un trazo de ejes coordenadas.
- 4.- Se recorre la zona, para identificar conjuntos de lugares o subregiones donde se satisfacen c/u de los factores y/o subfactores seleccionados.
- 5.- Una vez localizados los factores en el mapa y teniendo las coordenadas de éstos, se procede a calcular las coordenadas iniciales X^0 y Y^0 .
- 6.- Posteriormente se calculan las coordenadas X^{k+1} y Y^{k+1} con $K = 0$
- 7.- Se continúa el procedimiento iterativo del paso 6 hasta que no ocurre un mejoramiento apreciable en la estimación de la localización óptima, o en el resultado de $\text{Min } F(x,y)$.
- 8.- Una vez que no mejora la última solución, esta será la localización óptima.
- 9.- Marcar un punto en el mapa con las coordenadas óptima. Posteriormente se traza un círculo pequeño alrededor del punto y el área dentro del círculo indicará la comunidad o región óptima a seleccionar, sin olvidar que el radio del círculo es proporcional al incremento en el costo óptimo.

V.5. ESTUDIO DE MACROLOCALIZACION

Los pasos a seguir en un estudio de macrolocalización de un solo centro de producción o de servicio, son presentados a continuación:

SECUENCIA DE PASOS:

- 1.- Establecer las causas que motivan el estudio y conocer los fines que se persiguen en el estudio.
- 2.- Designar a la(s) persona(s) que se encargará(n) de realizar dicho estudio.

- 3.- Hacer un estudio interno de la empresa (ver sección V.2.), para determinar los factores más importantes que afectan la macrolocalización e identificar los factores críticos, objetivos y subjetivos. Este paso se realiza mediante un modelo causal,²⁷ en el que se identifican las variables que afectan el estudio de localización de la planta en particular de que se trate; es decir, que habrá un modelo causal por cada empresa diferente a localizar. En caso de ser una planta de nueva creación, obtener la información con base en estudio de mercado (incluye abastecimientos), de ingeniería, de tamaño de planta e inclusive el de presupuestos de la formulación y evaluación del proyecto.

Nota: En casos especiales como la localización de almacenes, se identificarán las coordenadas de centros de demanda en lugar de factores de localización.

- 4.- Una vez identificados los factores, se procederá a realizar el esquema del modelo causal, considerando lo siguiente:
 - a). Usar triple raya en el cuerpo de flecha de cada factor crítico y/o color rojo.
 - b). Usar doble rayado en el cuerpo de flecha de cada factor objetivo y/o color azul.
 - c). Usar línea sencilla para el cuerpo de flecha de cada factor subjetivo y/o color café.

Esto es con la finalidad de buscar regiones que cumplan con todos los factores críticos y la mayor parte de los objetivos y subjetivos.

- 5.- Limitar el área de alcance para la macrolocalización, de acuerdo a las panorámicas de la planta en base al suprasistema gestor del proyecto, ya sea regional, estatal, nacional o mundial.
- 6.- Aplicar alguna de las metodologías de macrolocalización, desarrolladas en el apartado V.4.

27. Modelo causal. Es una herramienta para resolver problemas presentada por Ackoff y Russell L., la cual sirve para identificar y analizar las causas y variables que intervienen en un problema.

- 7.- Encontrar la región o comunidad óptima de acuerdo a los resultados del método de macrolocalización. Si se aplicó un método de programación lineal con base en las coordenadas óptimas, en su alrededor se localiza la región o comunidad donde ha de localizarse la nueva planta.

V.5.1. PRESENTACION DE MACROLOCALIZACION DEFINITIVA

La macrolocalización de un proyecto, es decir, su ubicación en una región del subespacio urbano o rural, debe justificarse con una presentación final mostrando si se localizan las consecuencias que se derivan en la alternativa seleccionada, en términos de costo de inversión, de operación y costos sociales.

De manera que la macrolocalización seleccionada para el proyecto, deberá incluir la mayor cantidad de información relevante para su mejor identificación y caracterización de la zona en la Formulación y Evaluación de Proyectos. La información requerida es la siguiente: Aspectos geográficos, socioeconómicos, culturales y de infraestructura.

ASPECTOS GEOGRAFICOS

Dentro de este inciso se indicará: límites políticos, coordenadas y altitud sobre el nivel del mar; extensión geográfica; hidrografía; clima y recursos naturales.

ASPECTOS SOCIOECONOMICOS Y CULTURALES

El grado de conocimiento que se logre en estos aspectos ayudará a la mejor operación de la empresa en ese lugar. De aquí se obtendrán datos involucrados en los factores objetivos y subjetivos, como son:

- Población total
- Crecimiento futuro
- Educación
- Salud pública
- Costo de la vida
- Competencia
- Centros de población más importantes
- Población económicamente activa
- Sueldos y salarios
- Condiciones de la vivienda
- Actividades sindicales
- Centros de recreación
- Etc.

INFRAESTRUCTURA

Es importante conocer el tipo de infraestructura que ofrece la región para la planta en proyecto. Por tal se describirán:

- Vías de comunicación
- Medios de comunicación
- Electrificación
- Red de agua potable
- Alcantarillado
- Disponibilidad de modos de transporte
- Industria complementaria
- Parques industriales

Por último, la presentación final será realizada en un mapa a escala de la región o comunidad seleccionada para la localización, resaltándola con algún color, e indicando los puntos cardinales en dicho mapa. Además, se incluirá el modelo causal de los factores y su clasificación (para la selección de la región), así como la descripción y los resultados del método de selección final.

V.6. FACTORES QUE DETERMINAN LA MICROLOCALIZACION

La determinación del sitio específico conveniente para la ubicación definitiva de una planta, es el paso siguiente después que ha sido definida la zona de localización. Sólo en casos muy raros sucederá que por dificultades para encontrar el lugar (específico) apropiado, se tenga que cambiar de macrolocalización.

Para efectuar la selección del sitio preciso para instalar la planta, es necesario disponer de información con respecto a las características físicas de la planta en proyecto y de requerimientos, sobre todo en lo que respecta a la ingeniería.

El análisis y la selección se lleva a cabo en tres etapas. De manera que las dos primeras requieren de la siguiente información:

PRIMERA ETAPA.

En esta etapa se recorre la región de macrolocalización para seleccionar todos los terrenos más óptimos para la futura ubicación, de acuerdo a los siguientes factores básicos:

- 1.- Tipo de edificio a construir.
- 2.- Area disponible necesaria de acuerdo a las necesidades actuales, y tomando en cuenta las futuras ampliaciones.
- 3.- Tener una topografía uniforme y con una pendiente inferior al 4 %.
- 4.- Contar con una elevación suficiente para detener posibles inundaciones, en el área de proceso, como en los patios de abastecimiento de materias primas.
- 5.- Tener facilidad y acceso a una o más vías de comunicación importantes, (líneas férreas, carreteras y otros medios de transporte).
- 6.- Que el abastecimiento de agua y otros servicios sea suficiente, de acuerdo a las necesidades requeridas.
- 7.- Tener posibilidades de contar con el abastecimiento de energía eléctrica necesario.
- 8.- Que se encuentre lo más cercano posible a los centros urbanos importantes de la región, donde se pretende instalar.
- 9.- Que tenga facilidades para el desagüe de aguas residuales.
- 10.- Tomar en cuenta las condiciones ecológicas del proyecto.

Con base en los factores mencionados se debe construir un modelo causal, para conocer las necesidades del terreno de acuerdo al tipo de industria o servicio en proyecto, apoyándose en el mostrado en la figura 12, que es general. (Obteniendo una lista de terrenos preseleccionados en esta etapa).

MODELO CAUSAL DEL TERRENO

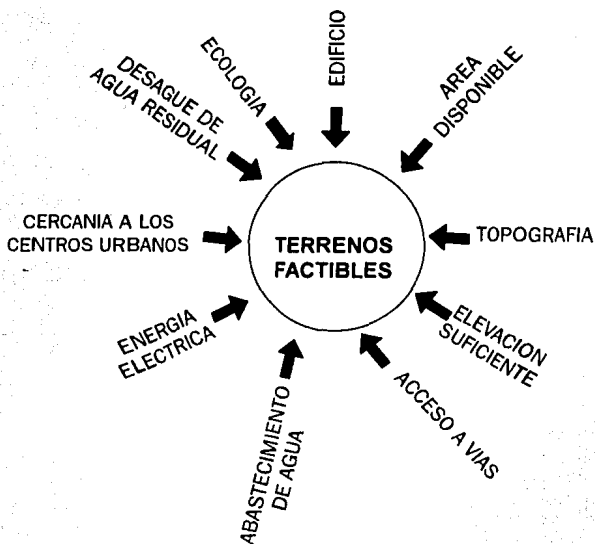


FIGURA 12.

SEGUNDA ETAPA.

En esta etapa se concreta a hacer un estudio individual de los terrenos preseleccionados, para ver cuales presentan mejores características para ser usados, tomando como parámetros de comparación, los mencionados en la primera etapa, y los factores presentados a continuación (que todos reúnan las cantidades requeridas):

- 1.- Abastecimiento de agua (distancia de abastecimiento y caudal manejado).
- 2.- Abastecimiento de energía eléctrica (distancia de la red de abastecimiento al lugar preseleccionado).
- 3.- Facilidades de acceso (proximidad a vías de comunicación y a los servicios públicos)
- 4.- Facilidad de obtención de mano de obra calificada de acuerdo a las necesidades.
- 5.- Costo de terrenos por metro cuadrado en el área seleccionada.
- 6.- Facilidades habitacionales, escuelas, hospitales y demás servicios requeridos por los trabajadores y sus familiares.
- 7.- Futuros desarrollos en los alrededores del terreno.
- 8.- Reglamentación de uso de suelo.
- 9.- Aspectos ecológicos.

Las necesidades que deben cumplir los terrenos varían de acuerdo al tipo de empresa, por lo que se sugiere realizar también un modelo causal para encontrar las variables estrictamente necesarias para el proyecto, al igual que en la primera etapa, el modelo general se muestra en la figura 13.

MODELO CAUSAL PARA TERRENOS SELECCIONADOS

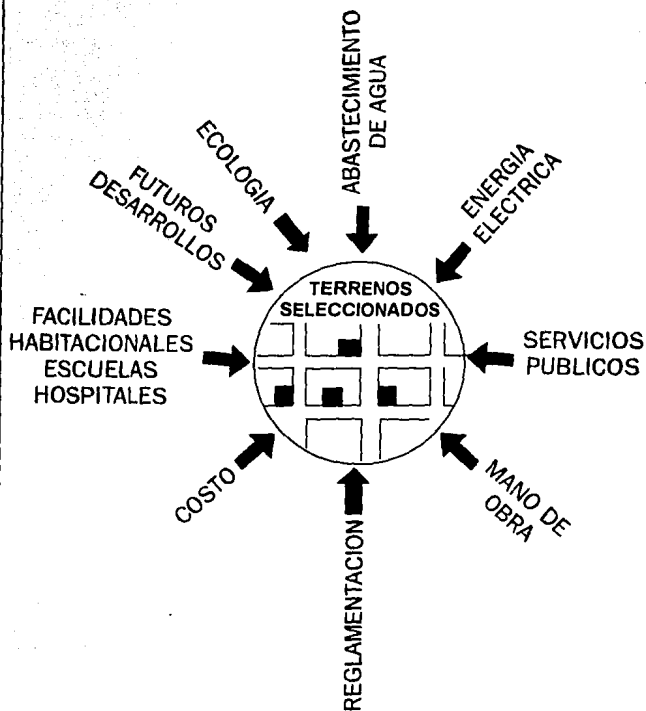


FIGURA 13.

En la práctica, no es frecuente encontrar un terreno que satisfaga todas y cada una de las necesidades específicas de un proyecto y que al mismo tiempo presente importantes ventajas sobre los demás, por lo que para decidir la ubicación definitiva es necesario evaluar comparativamente los sitios que se consideren convenientes.

V.7. METODOLOGIAS PARA LA MICROLOCALIZACION

En esta tercera etapa se realiza la selección final de los terrenos preseleccionados, esta jerarquización se realiza con base en las siguientes metodologías.

V.7.1. METODOS DE INGENIERIA INDUSTRIAL

En la teoría de Ingeniería Industrial hay varios métodos de localización, donde sobresalen los siguientes.

V.7.1.1. METODO DE EVALUACION POR PUNTOS.

Este método es una técnica semicuantitativa la cual consiste en seleccionar los factores principales (críticos, objetivos y subjetivos) que afectan la operación de la empresa.

La metodología comienza realizando el siguiente cuadro de análisis de comparación de alternativas, de acuerdo al número de lugares j preseleccionados en la segunda etapa de microlocalización.

PARAMETROS		LUGARES PRESELECCIONADOS							
FACTORES	PESO	A		B		C		D	
		%	VALOR	%	VALOR	%	VALOR	%	VALOR
i	P_i	C_i	V_i	C_i	V_i	C_i	V_i	C_i	V_i
1.....									
2.....									
3.....									
.....									
N.....									
TOTAL			ΣV_i		ΣV_i		ΣV_i		ΣV_i

Donde:

i = No. de factor.

P_i = Ponderación del factor.

C_i = Porcentaje de satisfacción en localidad j del factor i , en escala de cero a uno (0 ...1).

V_i = $P_i \cdot C_i$ = Evaluación del factor i en la localidad j .

ΣV_i = Sumatoria de la evaluación de todos los factores en la localidad j .

SECUENCIA DE PASOS:

- 1.- Seleccionar los factores principales que afectan la localización, ubicándolos en la parte izquierda del cuadro.
- 2.- Asignar a los factores una ponderación (peso P_i) en la columna correspondiente, usando un método de los siguientes:
 - a) Asignando pesos iguales a todos los factores.
 - b) Fijando pesos variables a cada factor, de acuerdo a su importancia.
- 3.- Revisar cada factor en los diferentes lugares preseleccionados y asignarles su puntaje C_i de cero a uno (0% -100%), en la columna correspondiente. De acuerdo a cómo satisfaga el cumplimiento del factor, siendo el 1 (100%) para el lugar que satisfaga completamente el factor y el cero (0%) para el lugar que no cumpla con dicha variable.
- 4.- Multiplicar el puntaje C_i asignado a cada lugar j , por su peso P_i del factor y colocarlo en la columna de valor V_i .
- 5.- Sumar la columna de valor V_i en cada lugar j preseleccionado y el lugar que tenga la mayor sumatoria del valor (ΣV_i) será el mejor sitio para localizar la planta.

V.7.1.2. METODO DE ANALISIS DE COSTOS

Este método se divide en dos criterios:

En el primer criterio se identifican y valoran en términos monetarios los costos mensuales de operación tales como:

- Materias primas.

- Energéticos.
- Mano de obra.
- Impuestos.
- Gastos de transporte.

Sin tomar en cuenta los costos fijos o de inversión, se identifican y cuantifican los costos de operación en cada terreno, se suman y se selecciona el sitio de menor costo mensual.

En el segundo criterio se identifican y relacionan los costos fijos y los variables de todo el proyecto. Los primeros pueden diferir considerablemente, dependiendo de:

- Costos de terreno.
- Costos de edificio.
- Costos de equipo.

En general existen variaciones en los sitios preseleccionados, como la disponibilidad de espuelas para ferrocarril cerca de la propiedad y la adecuación de las líneas eléctricas. La desventaja que presenta este criterio es que el análisis del punto de equilibrio para cada lugar, debe hacerse con capacidades de planta cercanas a la capacidad de diseño, ya que las variaciones en los volúmenes de producción afectan los costos variables.

Una vez seleccionados todos los costos fijos y variables,²⁸ se cuantifican en cada lugar y se selecciona el sitio donde suman el menor costo total, usando la siguiente expresión:

$$CT = CF + CV$$

Donde:

CT = Costo Total

CF = Costo Fijo

CV = Costo Variable

28. Costos Variables: Son los costos que cambian o fluctúan en relación directa a una actividad (producción o ventas) o volumen dado. Costos fijos: Son los costos que permanecen constantes dentro de un periodo determinado, sin importar si cambia el volumen de producción o ventas.

V.7.2. METODOS DE PROGRAMACION LINEAL

V.7.2.1. METODO DE TRANSPORTE

El método se basa en la aplicación del algoritmo del transporte; se usa para obtener resultados que permitan tomar la decisión del lugar o lugares óptimos, para localizar al mínimo los costos de distribución, ya sea de materias primas o de producto terminado. Considerándose el transporte de las diferentes áreas de abastecimiento de materia prima a los diferentes lugares a instalar la planta, o de los diferentes lugares prospectos a instalar la planta a los diferentes centros de consumo.

Este método permite seleccionar el sitio(s) en donde instalar la planta(s).

SECUENCIA DE PASOS:

- 1.- Se investigan los costos de transporte entre los diferentes terrenos preseleccionados y los diferentes centros de consumo.
- 2.- En una matriz de "m" renglones y "n" columnas, se colocan en cada una de las casillas de cada cruce de renglón y columna (i,j), los costos de transporte de cada origen y destino.

Mercado o Destino Origen o Planta	A	B	C	.....	j= n	Ai
1	C11 X11	Cij Xij	.....	.....	Cin Xin	
2	.					
.	.					
i = m	Cm1 Xm1	.....	.....	.....	Cmn Xmn	
Bj						

Donde:

- B_j = Demanda del producto en el mercado j .
 C_{ij} = Costo asociado del origen i al mercado j
 A_i = Cantidad de recurso disponible por lugar i (capacidad).

- 3.- Para el caso de la localización de planta se debe verificar la siguiente igualdad (sistema balanceado).

$$\sum_{i=1}^m A_i = \sum_{j=1}^n B_j$$

Siendo el número de renglones y columnas de acuerdo a los lugares preseleccionados en la primera etapa de microlocalización.

- 4.- Se aplica el algoritmo del transporte en sus diferentes etapas, hasta obtener la solución del problema, se trata de obtener un valor de la función objetivo que haga mínimos los costos de la función Z .

El enunciado matemático del modelo está dado por:

$$\text{Min. } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

S.A.

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = A_i \quad i=1,2,\dots,m$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = B_j \quad j=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{i=1}^m A_i = \sum_{j=1}^n B_j$$

$$X_{ij} \geq 0$$

- 5.- Se obtiene la solución óptima a través del método de transporte; es decir, resolviendo el problema en dos etapas.

Seleccionar un método para la etapa de solución básica inicial y otro para la solución final de los siguientes:

PRIMERA ETAPA

- Método de esquina noroeste
- Método de costo mínimo
- Método de aproximación Vogel

SEGUNDA ETAPA

- Método del banquillo
- Método de multiplicadores

- 6.- Una vez obtenida la tabla óptima procedemos a buscar la decisión tomada a través del método para realizar la localización del sitio más adecuado para instalar una nueva unidad productiva empleando el siguiente criterio:

- a). Se toma como referencia la tabla solución del problema, donde se tiene el mínimo costo Z .
- b). Se realiza la sumatoria (Σ) de costos unitarios asociados por columna, en la tabla final (sólo sitios donde se tenga asignación).
- c). Se selecciona la columna (Mercado) con costo asociado mínimo y se relaciona con el origen (Oferta), el cual implica el sitio a localizar la planta.
- d). Dentro de esa columna se busca el menor costo asociado a la casilla X_{ij} y se relaciona con el origen (Renglón $m =$ oferta), el cual implica el sitio final para localizar la planta.

Se debe cuidar que el sitio elegido y su capacidad de producción, sea acorde con el nivel de demanda que se pretende cubrir en el mercado (Destino N) con la nueva planta productiva:

- 1). Si la capacidad de la nueva planta es igual o mayor en un 35% de la demanda de mercado n , se selecciona ese lugar m como lugar óptimo para localizar la planta (Este criterio puede ser cambiado dependiendo de las expectativas que se tengan para la planta).

2). Si no se cumple la condición:

Ir al paso c), para seleccionar la siguiente columna con mínimo costo.

V.8. ESTUDIO DE MICROLOCALIZACION

Una vez determinada la región en la cual se ubicará la planta, se procede al estudio detallado conforme a lo siguiente:

SECUENCIA DE PASOS:

- 1.- Determinar todos los factores que es necesario que posea el terreno de acuerdo con los requerimientos del proyecto, con ayuda de un modelo causal. Basándose en los factores de microlocalización mostrados en la primera etapa de la sección V.6.
- 2.- Con todos los factores seleccionados en el paso anterior, se listan todos los terrenos que cumplan con estos requisitos mínimos. Se puede usar la metodología de evaluación por puntos de la sección V.7, y preseleccionar los 5 terrenos con mayor puntuación de toda la lista.
- 3.- Una vez que se haya obtenido la opción de compra de los terrenos preseleccionados, serán sometidos a estudio de selección.
- 4.- Realizar otro modelo causal con los factores mínimos que deberán cumplir los terrenos en forma individual, basándose en los factores mostrados en la segunda etapa de la sección V.6, y de acuerdo al tipo de planta a localizar.
- 5.- Con los factores del paso anterior, se procede a realizar una selección final, usando alguna de las metodologías de microlocalización presentadas en la sección V.7, para este fin.
- 6.- Seleccionar la mejor alternativa final.
- 7.- Presentación de microlocalización.

V.8.1. PRESENTACION DE MICROLOCALIZACION DEFINITIVA

Dentro del estudio de localización del proyecto es necesario realizar un plano, en el cual se indicará de manera objetiva el sitio preciso de la ubicación final. Mencionando los sitios vecinales, calles colindantes o terrenos, puntos cardinales, etc. Asimismo se presentan las consideraciones que llevaron a tomar la decisión de localizar la planta en ese sitio, indicando las ventajas que presenta el lugar seleccionado. Sin olvidar incluir el modelo causal de los factores que se tomaron en cuenta en la microlocalización, así como la descripción y resultados del método usado para la selección final.

V.9. ESTRUCTURA METODOLOGICA PARA UN ESTUDIO DE LOCALIZACION DE PLANTA

Analizada la estructura interna y funcionalidad de los componentes del sistema de localización de planta, es necesario organizar la estructura general que debe llevar todo estudio de esta índole, para poder garantizar el éxito del enfoque de sistemas como metodología gestora en la solución de problemas de localización de planta o de servicio. Por lo que se describen los pasos siguientes:

- 1.- Establecer claramente las causas que motivaron y generaron el estudio de localización de planta. Así como la definición concreta del problema.
- 2.- Determinar presupuesto y tiempo de que se dispone para realizar el estudio de localización de planta.
- 3.- Hacer el estudio de Macrolocalización siguiendo los pasos de la sección V.5. a partir del paso número 3.
- 4.- Hacer un estudio de Microlocalización siguiendo los pasos de la sección V.8.
- 5.- Conclusiones de la localización final de planta.

CAPITULO VI

ESTUDIO DE CASO: LOCALIZACION DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE MUEBLES DE MADERA

VI.1. CAUSAS QUE MOTIVARON AL ESTUDIO DE LOCALIZACION

El motivo del estudio es el apoyo técnico para la realización del proyecto de una planta productora de muebles de madera. Con la finalidad de aprovechar los recursos forestales que existen en el estado de Michoacán; además de que esta industria ofrecerá empleos para los habitantes de la región donde se localice dicha planta.

Otra causa fundamental que motivó este estudio, es satisfacer la demanda existente por este producto en las principales ciudades turísticas del estado como: Morelia, Uruapan y Zamora.

VI. 2. TIEMPO

El tiempo de que se dispone es de 3 meses, para realizar los estudios pertinentes para encontrar el lugar óptimo de localización final, buscando la mayor rentabilidad y menor costo de operación de la planta. El tiempo es corto pero ya se cuenta con los estudios de mercado de materias primas y el técnico, lo que facilita y agiliza esta investigación.

VI.3. ESTUDIO DE MACROLOCALIZACION

VI.3.1. FACTORES QUE DETERMINAN LA MACROLOCALIZACION

Revisando los estudios complementarios del suprasistema (formulación y evaluación de proyectos), y realizando el modelo causal de la figura 14 para la macrolocalización, se encontró que los factores que afectan principalmente la localización de la industria mueblera son los siguientes:

a) FACTORES CRITICOS:

Con ayuda del modelo causal se encontró que existen varios factores que determinan la localización de la industria mueblera, diferenciandola del mercado y materia prima como criticos.

Materia Prima:

Este factor es primordial en la ubicación de una industria mueblera, debido a que será incosteable transportar la madera a grandes distancias. Además es necesario buscar un lugar en el cual existan grandes reservas maderables para explotar a futuro, esto para no verse en la necesidad de una reubicación a corto plazo.

Por lo anterior y debido a que el 90% del producto final es madera, se concluye que la madera es factor crítico.

Esta madera debe cumplir con la calidad y especificaciones requeridas para la fabricación de muebles.

Mercado:

El mercado que se ha planeado atender es todo el Estado de Michoacán, pero se contemplan como centros principales de consumo a las ciudades más grandes como: Morelia, Uruapan y Zamora.

Este factor se debe analizar con profundidad, por la necesidad de ubicar la planta tan cerca como se pueda al mercado, debido al incremento de volumen que sufre la materia prima al convertirse en producto final. Además que de éste dependen los ingresos de la planta.

b) FACTORES OBJETIVOS:

Los factores cuantificables que se han considerado de importancia son los siguientes:

Mano de Obra:

Este factor es importante para la industria mueblera que se pretende instalar, por el tipo de tecnología considerada, presentando necesidad de 100 obreros con habilidad para trabajar la madera y 30 empleados profesionistas a nivel medio y superior para la administración de la planta.

Con la finalidad de satisfacer este factor y optimizar los costos, es necesario buscar una localidad donde exista índice de desempleo, el tabulador de salarios mínimos no sea de vida cara, y que el nivel educacional sea el básico.

De acuerdo a las necesidades de la planta se realizó un análisis del estado de Michoacán donde se encontró que la región que parte del centro al norte del Estado, es la más adecuada para satisfacer este factor.

Infraestructura:

Por las necesidades de este tipo de industria, es necesario contar con vías de comunicación como son, carreteras y el ferrocarril. Además con una subestación

de energía eléctrica lo más cercana posible, debido a la necesidad de no carecer de este insumo. También se debe contar con medios de comunicación como: Teléfono, correo, paquetería, radio y televisión.

Transporte:

Para este tipo de industria mueblera es necesario contar con varias opciones carreteras (en buen estado) y de empresas de autotransporte con la finalidad que se elija la mejor alternativa. Además de analizar y valorar comparativamente los costos de transporte de materia prima y de producto terminado, para encontrar el lugar óptimo a localizar la planta.

En caso de pensar en exportar muebles de madera en un largo plazo, se debe valorar la opción de contar con transporte ferroviario.

Capital y financiamiento:

Es un factor importante para toda industria nueva, debido a la necesidad de las empresas de recurrir a los créditos para financiar la operación de la misma. Puede mencionar que los mejores lugares para obtención de crédito, son las ciudades principales de la región como: Morelia, Uruapan y Zamora.

c) FACTORES SUBJETIVOS:

Estudio de la comunidad:

Este factor de la comunidad es importante en la búsqueda del lugar para localizar una planta industrial de este tipo, por ser consumidora de madera (árboles). Existen comunidades que no aceptan empresas de este giro, siendo necesario ponderar con una calificación alta este factor, para evitar el error de seleccionar una región que no apruebe este tipo de industria. De lo anterior nace la necesidad de buscar comunidades que tengan como actividad económica aserraderos o por lo menos una región que sea indiferente en este aspecto, para no tener conflictos con los habitantes y evitar una posible reubicación al no considerar este factor.

Facilidades administrativas:

Es necesario buscar una región o comunidad en que existan facilidades administrativas por parte del gobierno estatal o del municipio para las industrias y los aserraderos, para que estos últimos tengan el apoyo para la explotación forestal a futuro y no tener problemas con el aprovisionamiento de insumos.

Ecología:

Este tipo de industria no tiene problemas del impacto ambiental con residuos o desechos tóxicos que afecten los ecosistemas naturales. El problema ecológico que presentan esta industria es ser consumidora indirecta de árboles, siendo necesario coadyuvar a la reforestación de las zonas boscosas de la región, evitando así desequilibrios ecológicos en la naturaleza en relación a flora, fauna y el mismo ser humano como ejemplo, la sequía, erosión de la tierra, extinción de animales, etc.

Por lo anterior será necesario buscar un terreno que presente un clima y lugar apropiado para el alojamiento de un vivero forestal, con la finalidad de organizar campañas de reforestación con los propietarios de los aserraderos y la Secretaría de Desarrollo Forestal del Estado.

Fortaleciendo la producción de materia prima y ayudando al medio ecológico, para evitar desequilibrios naturales.

Con el análisis anterior se concluye que este factor se analizará y contempla hasta la fase de microlocalización, debido a que la industria mueblera coadyuvará a solucionar el problema, alojando y organizando un vivero, ocupando un área especial de 100 m² de terreno, (20 x 50m.).

**VI. 3.2. MODELO CAUSAL DE FACTORES DE
MACROLOCALIZACION**

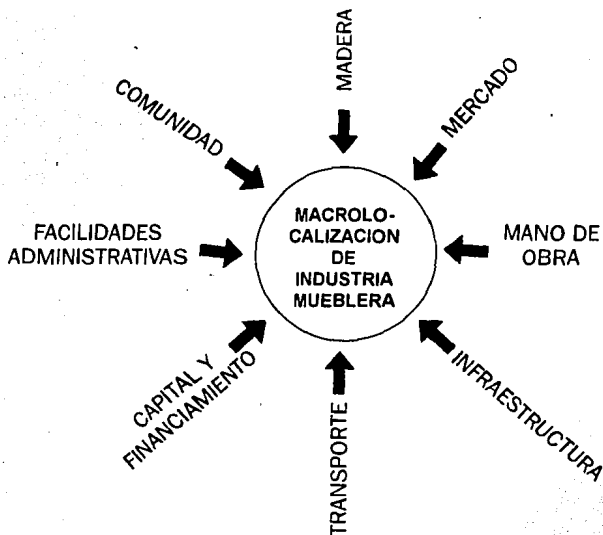


FIGURA 14.

VI.3.3. LIMITACION DEL AREA DE MACROLOCALIZACION

Es importante seleccionar y limitar el área de macrolocalización con el fin de evitar la búsqueda de información irrelevante para este estudio. Esa limitación de área ahorra recursos económicos, materiales y humanos al no dar lugar a seleccionar áreas infactibles.

Para la industria mueblera se selecciona el Estado de Michoacán como límites de localización, debido a que el mercado potencial serán las principales ciudades del Estado, por ser las que cuentan con mayor índice de turistas.

VI.3.4. APLICACION DE METODOLOGIAS DE MACROLOCALIZACION

Los tres primeros métodos de macrolocalización presentados en la sección V.4.1. son subjetivos por lo que se tomó la decisión de no llevarlos a la práctica, debido a la sencillez que presentan, y al trabajo de campo requerido para identificar una área que satisfaga el factor crítico y la mayoría de ellos, para tomarla como macrolocalización final.

A continuación se presentan algunas aplicaciones de los métodos más eficientes, pero hay que recordar que cada uno tiene su aplicación especial.

VI.3.4.1. METODO DE MAPAS

Enseguida se presenta paso a paso la aplicación de esta metodología.

1.- Como se mencionó anteriormente, con ayuda del modelo causal se identifican y clasifican los siguientes factores:

Criticos:

- 1) Materia prima: Madera.
- 2) Mercado

Objetivos:

- 3) Mano de Obra
- 4) Infraestructura
- 5) Transporte
- 6) Capital y Financiamiento

Subjetivos

- 7) Comunidad
- 8) Facilidad administrativa

2.- Las localidades y regiones que satisfacen los diferentes factores son mostradas en el mapa de la figura 15. Identificando cada factor por su número, además para mayor claridad se presenta el siguiente cuadro de localidades con los factores que satisfacen.

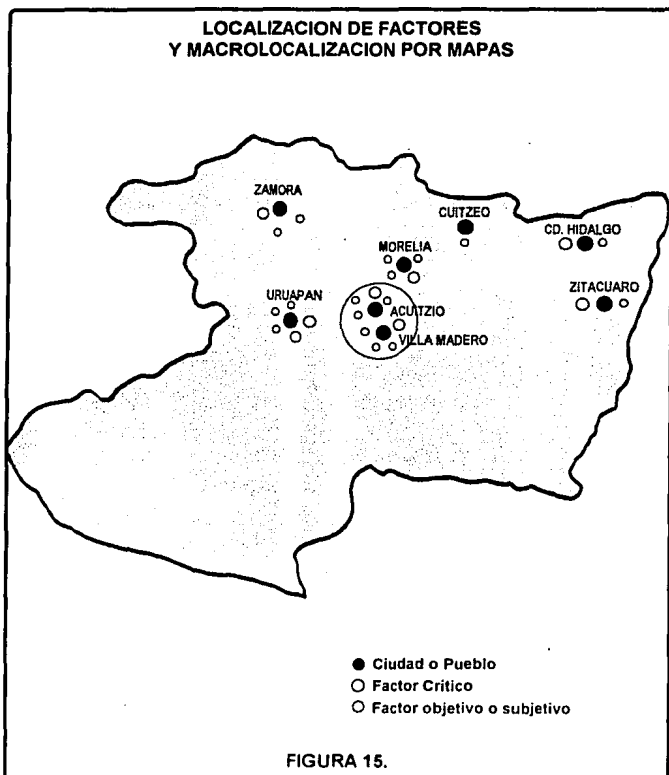


FIGURA 15.

RESUMEN DE FACTORES CON SU LOCALIDAD DE LA FIGURA 12

LOCALIDAD	FACTORES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ACUITZIO	X		X				X	X
CIUDAD HIDALGO	X		X					
CUITZEO			X					
MORELIA		X		X	X	X		
URUAPAN	X	X		X	X	X		
VILLA MADERO	X		X				X	X
ZAMORA		X			X	X		
ZITACUARO	X		X					

CUADRO 1.

- 3.- Observando el mapa se puede percibir que el área de mayor concentración de puntos es la comprendida entre Morelia, Acuitzio y Villa Madero; además de incluir los factores críticos y el mercado. Por lo tanto la región marcada con un círculo es la seleccionada para la macrolocalización, (ver figura 15). Por tal se puede concluir que el municipio de Acuitzio y Villa Madero son la región de macrolocalización.

VI.3.4.2. METODO GRAFICO DE TELARAÑA

Este método también se lleva a la práctica con base en la metodología presentada.

- 1.- Los factores, locacionales que se identificaron anteriormente se clasificaron de la siguiente manera:

Criticos:

- 1) Materia Prima
- 2) Mercado

Objetivos

- 3) Mano de Obra
- 4) Infraestructura
- 5) Transporte
- 6) Capital y Financiamiento

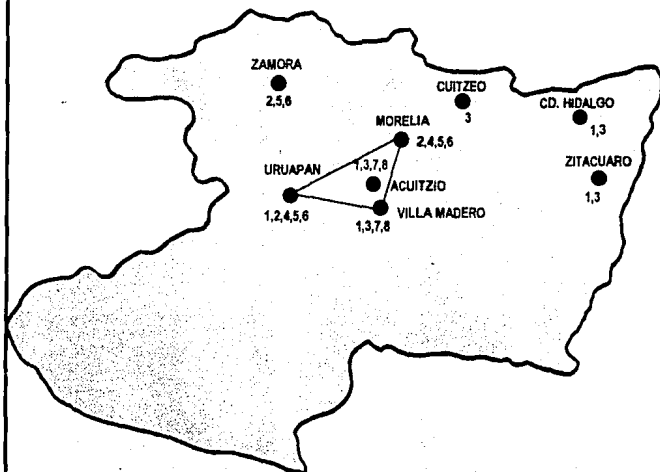
Subjetivos:

7) Comunidad

8) Facilidades administrativas

- 2.- Como se mencionó en uno de los apartados anteriores, este estudio de localización se limitó a todo el Estado de Michoacán.
- 3.- Las localidades que satisfacen cada uno de los factores son mostradas en la figura 15; además en el cuadro 1 se presenta un resumen de la localización de dichos factores.
- 4.- Después de unir todos los puntos de los factores con todos, se observa en el mapa en la figura 16, que el polígono menor de mayor cruzamiento es el comprendido entre las localidades de Morelia, Villa Madero y Uruapan.
- 5.- El lugar o región de macrolocalización seleccionada es el municipio de Acuitzio, el cual se encuentra casi al centro del polígono menor que se mencionó.

MACROLOCALIZACION POR POLIGONO DE FACTORES



Nota: Los números indican el factor localizado en ese lugar (sección VI. 3.4.1)

FIGURA 16

VI.3.4.3. METODO DE DISTANCIA DEL CUADRADO DE LA EUCLIDIANA (CENTRO DE GRAVEDAD)

1.- La clasificación y selección de los factores que determinan la localización de planta es la misma. Siendo los factores 1 y 2 los críticos los factores objetivos del dos al seis y el resto de la tabla son los factores subjetivos.

En el siguiente cuadro se muestra el peso (calificación) que se le da a cada factor dependiendo de su importancia, en la localización.

FACTORES	CALIFICACION
1.- Madera (materia prima)	10
2.- Mercado	5
3.- Mano de Obra	7
4.- Infraestructura	6
5.- Transporte	9
6.- Capital y financiamiento	4
7.- Comunidad	8
8.- Facilidades administrativas	4

CUADRO 2

- 2.- La región más ventajosa para este tipo de industria es el Estado de Michoacán, por contar con abundante materia prima y mano de obra barata. Además de la demanda que tienen los muebles de madera en las zonas turísticas de la entidad.
- 3.- Se cuadrículó el mapa para identificar las coordenadas de las diferentes localidades del estado.
- 4.- En el mapa de la figura 17, se muestran los lugares y sus coordenadas, donde se satisfacen los diferentes factores.

LOCALIZACION CUADRATICA DE LOS FACTORES

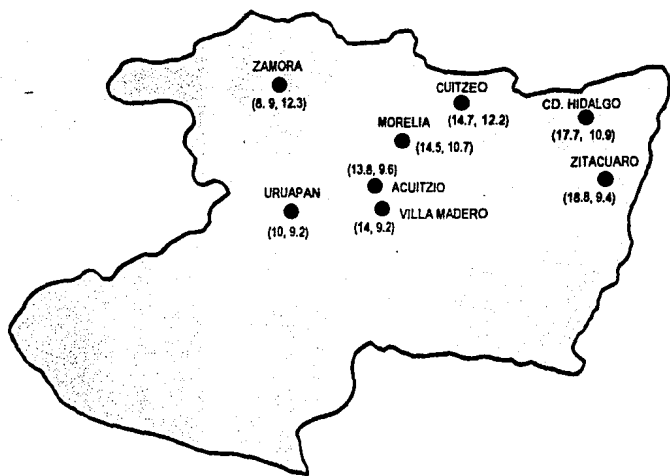


FIGURA 17

CALIFICACION DE LAS LOCALIDADES									
LOCALIDAD	FACTORES								TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	DE PUNTOS
ACUITZIO	10		7				8	5	30
CD. HIDALGO	10		7						17
CUITZEO			7						7
MORELIA		5		6	9	4			24
URUAPAN	10	5		6	9	4			34
V. MADERO	10		7				8	5	30
ZAMORA		5			9	4			18
ZITACUARO	10		7						17

CUADRO 3.

CUADRO DE CALCULOS					
LOCALIDAD	Wi	ai	bi	Wi*ai	Wi*bi
ACUITZIO	30	13.8	9.6	414	288
CIUDAD HIDALGO	17	17.7	10.9	300.9	185.3
CUITZEO	7	14.7	12.2	102.9	85.4
MORELIA	24	14.5	10.7	348	256.8
URUAPAN	34	10.0	9.2	340	312.8
VILLA MADERO	30	14.0	9.2	420	276
ZAMORA	18	8.9	12.3	160.2	221.4
ZITACUARO	17	18.8	9.4	319.6	159.8
SUMA TOTAL	177			2405.6	1785.5

CUADRO 4.

Donde: a_i y b_i son las coordenadas de las localidades. W_i es la calificación del factor i .

5.- Las coordenadas del centro de gravedad son:

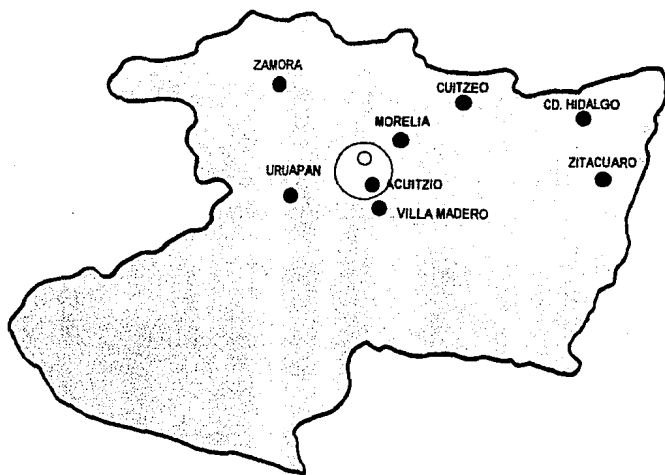
$$X^* = \frac{\sum_{i=1}^m W_i a_i}{\sum_{i=1}^m W_i} \quad Y^* = \frac{\sum_{i=1}^m W_i b_i}{\sum_{i=1}^m W_i}$$

$$X^* = \frac{2405.6}{177} = 13.59$$

$$Y^* = \frac{1785.5}{177} = 10.08$$

6.- El punto de localización óptimo es mostrado en la figura 18; encontrándose a su alrededor en forma de círculo la región seleccionada, dicha región incluye el municipio de Acuitzio, el que se tomará como macrolocalización final.

MACROLOCALIZACION POR CENTRO DE GRAVEDAD



○ Punto de Localización óptimo (13.59, -10.08)

FIGURA 18.

VI.3.4.4. METODO DE DISTANCIA RECTANGULAR

El método se desarrolla en los siguientes pasos:

- 1.- La clasificación y evaluación de los factores es la misma que la del método de centro de gravedad, mostrada en el cuadro 2.
- 2.- La región seleccionada se limita únicamente a todo el Estado de Michoacán.
- 3.- Se encuadra la región (el Estado de Michoacán).
- 4.- Los lugares que satisfacen los factores seleccionados se muestran en el cuadro 1.
- 5.- Los lugares con sus coordenadas que satisfacen los factores son mostrados en la figura 17.

Los modelos de programación lineal quedan de la siguiente manera.

$$\begin{aligned} \text{Min F1 (x)} &= 30 (r_1 + S_1) + 17 (r_2 + S_2) + 7 (r_3 + S_3) + 24 (r_4 + S_4) \\ &+ 34 (r_5 + S_5) + 30 (r_6 + S_6) + 18 (r_7 + S_7) + 17 (r_8 + S_8) \end{aligned}$$

S.A.

$$\begin{aligned} X - r_1 + s_1 &= 13.8 \\ X - r_2 + s_2 &= 17.7 \\ X - r_3 + s_3 &= 14.7 \\ X - r_4 + s_4 &= 14.5 \\ X - r_5 + s_5 &= 10.0 \\ X - r_6 + s_6 &= 14.0 \\ X - r_7 + s_7 &= 8.9 \\ X - r_8 + s_8 &= 18.8 \\ X \geq 0, \quad r_j \geq 0, \quad S_j \geq 0 \quad \text{para toda } j \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Min F2 (Y)} &= 30 (r_1 + S_1) + 17 (r_2 + S_2) + 7 (r_3 + S_3) + 24 (r_4 + S_4) \\ &+ 34 (r_5 + S_5) + 30 (r_6 + S_6) + 18 (r_7 + S_7) + 17 (r_8 + S_8) \end{aligned}$$

S.A.

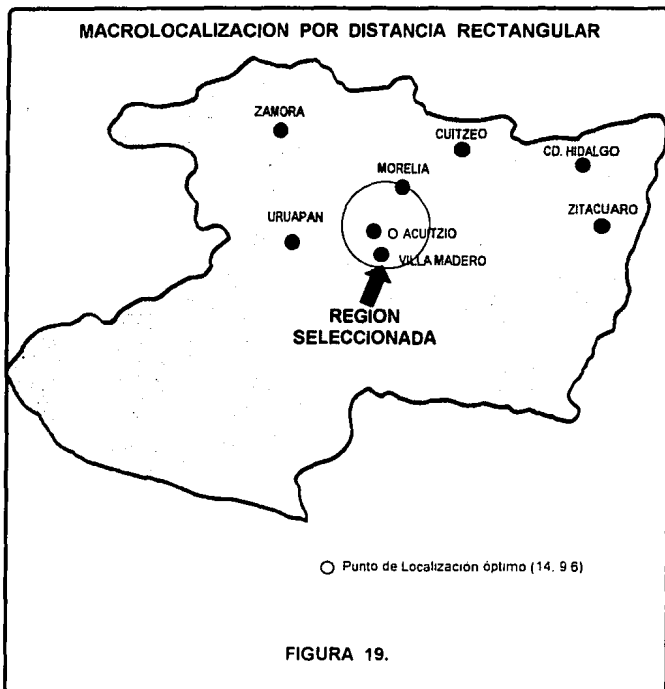
$$\begin{aligned} Y - r_1 + s_1 &= 9.6 \\ Y - r_2 + s_2 &= 10.9 \\ Y - r_3 + s_3 &= 12.2 \\ Y - r_4 + s_4 &= 10.7 \\ Y - r_5 + s_5 &= 9.2 \\ Y - r_6 + s_6 &= 9.2 \\ Y - r_7 + s_7 &= 12.3 \\ Y - r_8 + s_8 &= 9.4 \\ Y \geq 0, \quad r_j \geq 0, \quad S_j \geq 0 \quad \text{para toda } j \end{aligned}$$

6.- La solución óptima se obtiene a través del método simplex. Para este caso se aplicó el uso del paquete de computadora Lindo, resultando la siguiente solución de coordenadas

$$X = 14$$

$$Y = 9.6$$

7.- Se traza un círculo alrededor de las coordenadas óptimas, quedando esta área integrada por el municipio de Acutzio. Esta región será tomada como macrolocalización final, ver la figura 19.



VI.3.4.5. METODO DE LA DISTANCIA EUCLIDIANA

- 1.- Los factores y su clasificación es la misma, que se presentó en las metodologías anteriores. Siendo los factores 1 y 2 los críticos; los factores objetivos de número tres al seis y los factores subjetivos son el siete y ocho. Mostrando su calificación enseguida

FACTORES	CALIFICACION
1.- Madera	10
2.- Mercado	5
3.- Mano de obra	7
4.- Infraestructura	6
5.- Transporte	9
6.- Capital y financiamiento	4
7.- Comunidad	8
8.- Facilidades administrativas	4

- 2.- La región factible para la localización de la planta, es el Estado de Michoacán únicamente. Debido a las facilidades que se otorgan para su instalación, además de contar con grandes recursos de materia prima.
- 3.- Se cuadrícula el plano de la región con el fin de localizar las localidades que satisfacen los factores.
- 4.- En el plano de la figura 17, se muestran las localidades que satisfacen los diferentes factores.
- 5.- En este paso se calculan las coordenadas iniciales, para comenzar el procedimiento iterativo.

$$X^0 = \frac{\sum_{i=1}^m W_i a_i}{\sum_{i=1}^m W_i} \quad Y^0 = \frac{\sum_{i=1}^m W_i b_i}{\sum_{i=1}^m W_i}$$

$$X^0 = \frac{2405.6}{177} = 13.59$$

$$Y^0 = \frac{1785.5}{177} = 10.08$$

6.- Las coordenadas X^{k+1} y Y^{k+1} se calculan con $K = 0$ y quedan de la siguiente manera:

Se sabe que:

$$G_i(x,y) = \frac{W_i}{[(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2 + e]^{1/2}}$$

$$X^{k+1} = \frac{\sum_{i=1}^m a_i G_i(x^k, y^k)}{\sum_{i=1}^m G_i(x^k, y^k)}$$

$$Y^{k+1} = \frac{\sum_{i=1}^m b_i G_i(x^k, y^k)}{\sum_{i=1}^m G_i(x^k, y^k)}$$

7.- A continuación con ayuda de una hoja de cálculo se procede a obtener las coordenadas óptimas. El proceso inicia con $k=0$, como se presenta en seguida.

$$X^0 = 13.59$$

$$Y^0 = 10.08$$

ITERACION $k - 1 = 1$

W _i	X ⁰	a _i	(x-a) ² (1)	Y ⁰	b _i	(y-b) ² (2)	e	Suma	Raiz	Q(x,y)	a ² Q(x,y)	k+1 X	b ² Q(x,y)	k+1 Y
36	13.59	13.8	0.044	10.08	9.6	0.230	0.1	0.375	0.612	49.022	676.510		470.616	
17		17.7	16.892		10.9	0.672		17.665	4.203	4.045	71.593		44.688	
7		14.7	1.232		12.2	4.494		5.826	2.414	2.900	42.630		35.380	
24		14.5	0.828		10.7	0.384		1.312	1.146	20.949	303.759		224.153	
24		10.0	12.888		9.2	0.774		13.763	3.710	9.165	91.650		84.318	
30		14.0	0.168		9.2	0.774		1.043	1.021	29.382	411.350		270.316	
18		8.9	21.996		12.3	4.928		27.024	5.199	3.463	30.817		42.589	
17		18.8	27.144		9.4	0.462		27.707	5.264	3.220	60.718		30.359	
										122.155	1,689,026	13.63	1,201.819	9.84

ITERACION $k-1 = 2$

W _i	X ⁰	a _i	(x-a) ² (1)	Y ⁰	b _i	(y-b) ² (2)	e	Suma	Raiz	Q(x,y)	a ² Q(x,y)	k+1 X	b ² Q(x,y)	k+1 Y
30	13.83	13.8	0.0001	9.84	9.6	0.057	0.1	0.158	0.397	75.576	1,042,943		725.526	
17		17.7	15.001		10.9	1.127		16.228	4.028	4.220	74.694		45.998	
7		14.7	0.762		12.2	5.577		6.439	2.538	2.759	40.550		33.654	
24		14.5	0.453		10.7	0.742		1.295	1.138	21.087	305.755		225.626	
24		10.0	14.645		9.2	0.408		15.152	3.893	87.345	87.345		80.257	
30		14.0	0.030		9.2	0.408		0.538	0.733	40.917	572.834		376.454	
18		8.9	24.274		12.3	6.059		30.423	5.517	3.263	29.039		40.132	
17		18.88	24.732		9.4	0.192		26.024	5.002	3.258	63.689		31.944	
										150.953	2,217,050	13.66	1,555.673	9.75

ITERACION K + 1 = 3

W _i	X ⁱ	z _i	(x-a) ² (1)	Y ⁱ	h _i	(y-b) ² (2)	e	Suma	Raiz	Q(x,y)	z ² Q(x,y)	X ²	h ² Q(x,y)	Y ²
30	13.86	13.8	0.004	9.75	9.6	0.023	0.1	0.126	0.356	84.273	1,164.374		809.999	
17		17.7	14.741		10.9	1.321		16.161	4.020	4.222	74.848		46.093	
7		14.7	0.75		12.2	5.999		6.803	2.608	2.654	39.451		32.742	
24		14.5	0.409		10.7	0.901		1.410	1.187	30.213	292.094		216.283	
34		10.0	14.904		9.2	0.303		15.308	3.913	8.522	86.900		79.948	
30		14.0	0.019		9.2	0.303		0.423	0.650	45.332	645.909		424.455	
18		8.9	24.606		12.3	6.398		31.206	5.586	3.222	28.678		39.633	
17		18.8	24.397		9.4	0.123		24.620	4.962	3.425	64.411		32.205	
										172.573	2,397.666	13.86	1,681.359	9.72

ITERACION K + 1 = 4

W _i	X ⁱ	z _i	(x-a) ² (1)	Y ⁱ	h _i	(y-b) ² (2)	e	Suma	Raiz	Q(x,y)	z ² Q(x,y)	X ²	h ² Q(x,y)	Y ²
30	13.86	13.8	0.004	9.72	9.6	0.014	0.1	0.118	0.344	87.235	1,204.134		827.658	
17		17.7	14.736		10.9	1.392		16.228	4.028	4.222	74.696		45.999	
7		14.7	0.703		12.2	6.149		6.953	2.637	2.655	39.024		32.388	
24		14.5	0.408		10.7	0.960		1.468	1.132	15.529	287.239		211.955	
34		10.0	14.910		9.2	0.271		15.280	3.909	8.628	86.979		80.020	
30		14.0	0.019		9.2	0.271		0.390	0.624	45.747	672.659		442.033	
18		8.9	24.615		12.3	6.655		31.370	5.601	3.214	28.603		39.530	
17		18.8	24.391		9.4	0.103		24.593	4.959	3.423	64.446		32.222	
										177.327	2,457.770	13.86	1,721.937	9.71

ITERACION K + 1 = 5

Wi	X'	ai	(x-ai) ² (1)	Y'	bi	(y-bi) ² (2)	e	Suma	Raiz	G(x)	a*G(x,y)	Y'	b*G(x,y)	Y''
30	13.86	13.8	0.004	9.71	9.6	0.012	0.1	0.116	0.340	88.207	1,217.257		846.787	
17		17.7	14.745		10.9	1.417		16.261	4.033	4.216	74.619		45.952	
7		14.7	0.705		12.2	6.201		7.006	2.647	2.645	38.875		32.263	
24		14.5	0.409		10.7	0.993		1.490	1.211	19.682	385.102		210.385	
34		10.0	14.901		9.2	0.360		15.261	3.906	8.703	87.035		80.072	
30		14.0	0.020		9.2	0.360		0.379	0.616	48.701	681.809		448.046	
18		8.9	24.603		12.3	6.709		31.412	5.605	3.212	38.583		39.503	
17		18.8	24.402		9.4	0.096		24.598	4.960	3.428	64.440		32.220	
										178.773	2,477.719	13.86	1,735.229	9.71

Las coordenadas óptimas son X = 13.86 y Y = 9.71.

8.- Las coordenadas solución se presentan en la figura 20. Siendo la comunidad de Acuitzio la región óptima para la macrolocalización.

MACROLOCALIZACION POR DISTANCIA EUCLIDIANA

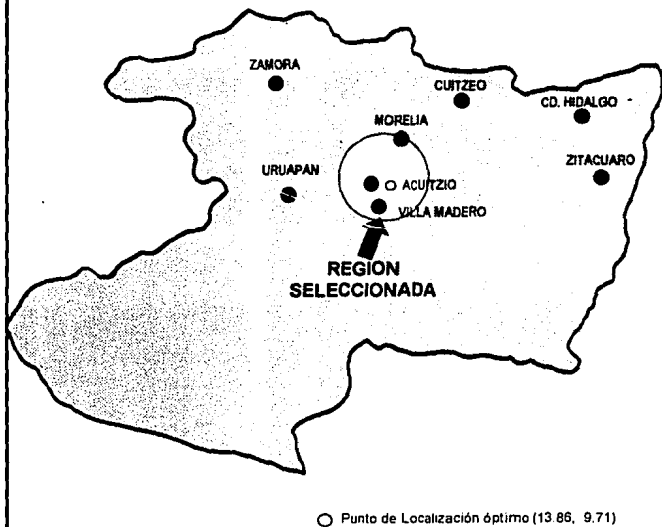


FIGURA 20.

VI.3.5. PRESENTACION FINAL DE MACROLOCALIZACION

Observar que en todas la metodologías de macrolocalización aplicadas en el caso práctico, el municipio de Acuitzio es señalado como región óptima para localizar la planta, por lo anterior se concluye que dicho municipio será tomado como macrolocalización final, figura 21.

ASPECTOS GEOGRAFICOS:

LOCALIZACION:

El municipio de Acuitzio se localiza en el centro del Estado de Michoacán, en las coordenadas 19 grados y 29 minutos de latitud Norte; y en los 111 grados y 29 minutos de longitud Oeste, a una altura de 2,100 metros sobre el nivel del mar. Su superficie es de 106.06 kilómetros cuadrados y representa el 0.17 por ciento del total del Estado y el 0.000005 por ciento del país. Limita al Norte, Este y Oeste con el municipio de Morelia, al Sur con el municipio de Tacámbaro y al Suroeste con el municipio de Huiramba. Se divide en 30 localidades, destacando: La Angostura, La Campana, Riva Palacio y Tamanguio.

HIDROGRAFIA:

Su hidrografía se constituye principalmente de manantiales: Ojo de Agua Grande, Palmita y Alameda.

CLIMA:

Su clima es templado con lluvias en verano, tiene una precipitación pluvial anual de 1,137.4 milímetros cúbicos y temperaturas que oscilan de 4.0 a 34.2 grados centígrados.

OROGRAFIA:

Su relieve lo constituyen el sistema volcánico transversal, Sierra de Acuitzio, Cerro Viejo, La Huizata y El Melón.

CLASIFICACION Y USO DEL SUELO:

Los suelos del municipio datan de los periodos cenozoicos, cuaternario y plioceno, y corresponden principalmente a los del tipo podzólico. Su uso es principalmente agrícola, forestal y ganadero. En la estructura de la tenencia de la tierra, la superficie ejidal ocupa una extensión mayoritaria, la pequeña propiedad representa el segundo lugar.

FLORA Y FAUNA:

En el municipio dominan los bosques: mixto, con pino, encino, aile y cedro; de coníferas con pino y oyamel.

Su fauna la forman principalmente el tlacuache, liebres, ardillas, comadreas, armadillos, patos y codornices.

ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS Y CULTURALES

POBLACION:

En el municipio de Acuitzio en 1990, la población representaba el 0.26 por ciento del total del Estado.

En 1990 la población era 9,254 habitantes. Su tasa de crecimiento es del 2.7 por ciento anual y la densidad de la población es de 88 habitantes por kilómetro cuadrado. El 61 por ciento de su población no rebasa los 29 años y tiene una distribución proporcional para ambos sexos.²⁹

EDUCACION, CULTURA, RECREACION Y DEPORTE:

El municipio tiene centros educativos para atender la demanda en los niveles preescolar, primaria, secundaria y media superior.

Para la práctica del deporte tiene canchas deportivas y para el esparcimiento de sus habitantes cuenta con cine y zonas naturales con grandes atractivos turísticos.

SALUD:

En el servicio de salud, dispone de clínicas de la Secretaría de Salud y de médicos particulares.

VIVIENDA:

Las construcciones del municipio en su mayoría son de adobe, le siguen las de madera y por último las de tabique, tabicón y otros materiales. Casi en su totalidad son particulares, sólo un 0.07 por ciento del total son colectivas. La mayoría cuenta con los servicios básicos de agua, energía eléctrica y drenaje.

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA:

La población económicamente activa de Acuitzio represento en 1990, 3.11

29 INEGI. "Censo Poblacional del Estado de Michoacán" INEGI, Mexico, 1991

por ciento de la población total y se ubicó principalmente en el sector primario. Los sectores terciario y secundario representaron el segundo y tercer lugar respectivamente. El índice de desocupación representó el 1.91 por ciento de la población, siendo uno de los municipios con mayor índice registrado.

ACTIVIDADES ECONOMICAS

Agricultura: Los principales cultivos son en orden de importancia, el maíz, trigo, garbanzo, frijol, haba y avena.

Fruticultura: Produce principalmente membrillo, durazno y tejocote; y en menor escala aguacate, higo, zapote blanco y granada roja.

Ganadería: Se cría ganado avícola, porcino, bovino, caprino, caballar, asnal, mular y ovino. La apicultura se practica una producción limitada.

Explotación forestal: La superficie forestal maderable es ocupada por pinos, y en el caso de la no maderable, por matorrales de distintas especies.

Turismo: Cuenta con Hotel, atractivos naturales como el manantial Ojo de Agua Chiquito y también las artesanías y muebles de madera fabricados en el municipio.

CULTURA:

Acuitzio significa "lugar de culebras" en lengua tarasca.

Se tiene noticia de su fundación desde antes de la conquista.

Los asentamientos humanos de la jurisdicción del municipio de Acuitzio, se remontan antes de la consolidación del imperio tarasco. Al parecer tribus del idioma náhuatl fundaron un templo ceremonial cerca del actual Acuitzio, que denominaron Coatepec, probablemente durante el siglo XII de nuestra era. Es posible que los Aztecas, al seguir su peregrinar hasta el lugar que les indicaran sus dioses, abandonaran este sitio. Es de suponer que Coatepec fue sometido por Hiquingare, Irepan y Tanganxoan, en sus expediciones por Tripetío y demás lugares cercanos.

En los primeros años del México Independiente, Acuitzio fue instituido como cabecera municipal y se instalo un ayuntamiento

Por decreto del 26 de abril de 1856, el gobernador Don Miguel Silva Macias, lo elevó a la categoría de municipio.

Durante la guerra de la intervención francesa, en Acuitzio se llevó a cabo un intercambio o canje de prisioneros de guerra, entre franceses y belgas por mexicanos. Durante esta acción, el 5 de diciembre de 1865, participaron por el ejército republicano el teniente Linearte y por parte de las fuerzas intervencionistas, el capitán belga Visart de Bocarmé. El 16 de diciembre de 1901, por acuerdo del Congreso del Estado, se le otorga a la cabecera municipal el nombre de "Acuitzio del Canje", en conmemoración de aquel acontecimiento.

ASPECTOS DE INFRAESTRUCTURA

COMUNICACIONES Y TRANSPORTES:

Se localiza a 35 Kilómetros de la capital del estado por la carretera federal número 14 Morelia-Pátzcuaro, con desviación en la carretera estatal Tiripetio-Acuitzio. Para comunicarse a sus localidades, tiene caminos de terracería. Cuenta con servicios de correo, telégrafo, taxis, camiones de carga y autobuses foráneos.

SERVICIOS PUBLICOS:

La cabecera municipal tiene servicio de energía eléctrica, agua potable, drenaje, mercado, panteón, limpia, rastro y seguridad pública.

INDUSTRIA:

Las principales ramas de la industria son los alimentos y la producción de madera, corcho y muebles.

En menor escala se fabrican productos metálicos, excepto maquinaria y equipo.

VI.3.5.1. PLANO DE LA MACROLOCALIZACION DEFINITIVA



ESTADO DE MICHOACAN

FIGURA 21.

VI.4. ESTUDIO DE MICROLOCALIZACION

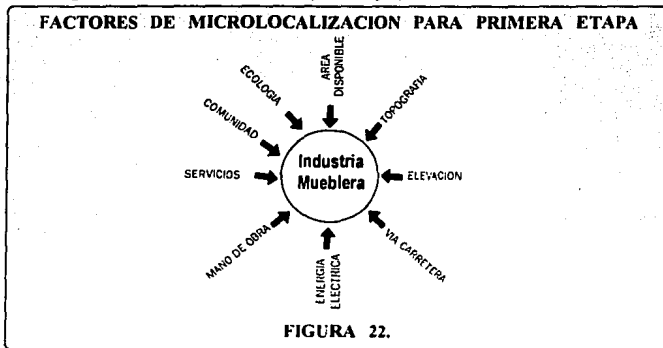
En este estudio se obtendrá la localización final, pero para continuar con la metodología general es necesario seleccionar varios terrenos de área de macrolocalización en el municipio de Acuitzio, de acuerdo a los siguientes requisitos.

VI.4.1. FACTORES DE MICROLOCALIZACION PARA PRIMERA ETAPA.

En esta primera etapa se deberá realizar un recorrido por la región seleccionada como macrolocalización, para encontrar terrenos (mínimo 4) alternativos para ubicar la empresa.

Realizando un modelo causal para encontrar los requerimientos mínimos de una industria mueblera (figura 22), se identificaron los siguientes factores a satisfacer en cualquier lugar que se instale la planta.

- Área disponible para necesidades actuales y futuras de 50 metros de frente por 100 de largo, 5,000 metros cuadrados.
- Topografía uniforme y pendiente máxima de 4%.
- Tener suficiente elevación para evitar futuras inundaciones.
- Tener acceso a vía carretera, para comunicación.
- Contar con energía eléctrica.
- Contar con mano de obra cercana.
- Contar con servicios de teléfono, correo y agua.
- Actitud de la comunidad, positiva para industrias muebleras
- Ecología: necesidades de 100 m² para alojar un vivero.



Con ayuda del modelo causal para una industria mueblera, se realizó una visita de campo en busca de terrenos, en el municipio de Acuitzio que cumplieran con dichas variables.

Realizada la investigación se encontraron cuatro opciones de localización cercanas al pueblo de Acuitzio. La ubicación de dichas alternativas de localización se muestran en la figura 23, identificándolas como alternativas: A,B,C,y D.



VI.4.2. FACTORES DE MICROLOCALIZACION PARA SEGUNDA ETAPA

En esta etapa se busca obtener la opción de compra de los terrenos listados para evitar preseleccionar un terreno infactible. Una vez que se obtiene la opción de compra de los terrenos, se procede a seleccionar el mejor terreno para localización final de planta, por lo que es necesario realizar un modelo causal completo que incluya los requisitos que debe cumplir el terreno. Para el caso de localización de la industria mueblera es necesario que el terreno seleccionado cumpla con los siguientes factores, (modelo causal de la figura 24):

- Requisitos Ecológicos (Terreno, Clima, etc.).
- Proximidad al abastecimiento de agua al terreno.
- Proximidad al abastecimiento de energía eléctrica al terreno.
- Proximidad a la carretera troncal desde el terreno.
- Proximidad a servicios públicos.
- Cercanía de obtención de mano de obra barata.
- Costo del metro cuadrado del terreno.
- Cercanía al servicio de transporte de carga.
- Terreno bien cimentado.
- Futuros desarrollos.
- Servicios de transporte urbano o sub-urbano al terreno.
- Posible área de expansión futura.

FACTORES DE MICROLOCALIZACION PARA LA SEGUNDA ETAPA

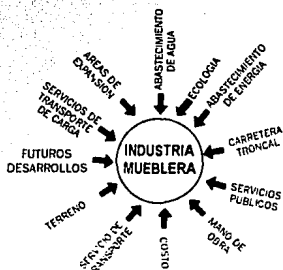


FIGURA 24.

VI.4.3. SELECCION FINAL PARA MICROLOCALIZACION

En esta etapa que es la final del proceso de localización, se aplican metodologías semicuantitativas como son las de ingeniería industrial y cuantitativas como las de programación lineal, para obtener la microlocalización finalmente óptima.

VI.4.3.1. METODO DE EVALUACION POR PUNTOS

Los factores necesarios con los que debe cumplir el terreno son los mostrados en la figura 24, y su ponderación será variable de acuerdo con su importancia. Las alternativas de terreno son las mostradas en la figura 23.

PARAMETROS FACTORES	LUGARES PRESELECCIONADOS									
	PESO	A			B		C		D	
		%	VALOR	%	VALOR	%	VALOR	%	VALOR	
Pi	Ci	Vi	Ci	Vi	Ci	Vi	Ci	Vi		
Agua	0.4	70	28	60	24	80	32	70	28	
Energía Eléctrica	1	90	90	80	80	100	100	90	90	
Carretera	0.7	100	70	50	35	70	35	100	70	
Servicios	0.8	80	64	85	68	90	72	75	60	
Mano de Obra	0.8	80	64	80	64	80	64	80	64	
Costo	0.6	80	48	85	51	90	54	80	48	
Ecología	0.6	70	42	70	42	70	42	70	42	
Terreno	0.9	100	90	100	90	85	76.5	80	72	
Desarrollo Futuro	0.3	100	30	80	24	80	24	85	25.5	
Expansión	0.5	90	45	90	45	50	25	60	30	
Transporte Urbano	0.4	90	36	30	12	70	28	80	32	
TOTAL			607		535		552.5		561.5	

Realizando los cálculos de la tabla anterior, podemos concluir que la ubicación óptima es la alternativa "A", por ser la de mayor puntuación de manera que será tomada como microlocalización final.

VI.4.3.2. METODO DE TRANSPORTE

Debido a que este método sólo toma en cuenta los costos y no las características de terreno, ampliaremos el área de macrolocalización desde Cuitzeo hasta Villa Madero, y así poder ejemplificar y facilitar la aplicación del método de transporte. Tomando como terrenos preseleccionados los ubicados en Morelia, Cuitzeo, Acuitzio y Villa Madero. Esta decisión se fundamentó debido a que los costos varían en forma mínima al llevar una carga de cualquier lugar de Acuitzio a algún mercado.

Procedimiento:

- 1.- Se presenta la tabla con los costos unitarios de transporte de las diferentes alternativas de localización (origen) a los mercados (destino). Los costos se dan en nuevos pesos.

Origen o Planta	Mercado o Destino				Capacidad Pzas/mes ai
	Morelia	Zamora	Uruapan	Pátzcuaro	
Morelia	0	72	41	18	1050
Cuitzeo	11	81	52	28	900
Acuitzio	12	68	38	12	1000
Madero	20	76	46	19	1100
Demanda Bj	2000	300	650	1100	4050

- 2.- Observar que el sistema está balanceado porque la demanda es igual a la capacidad de planta.
- 3.- Aplicando el método de aproximación Vogel en la primera etapa y al final el método de banquillo, obtenemos la siguiente tabla óptima:

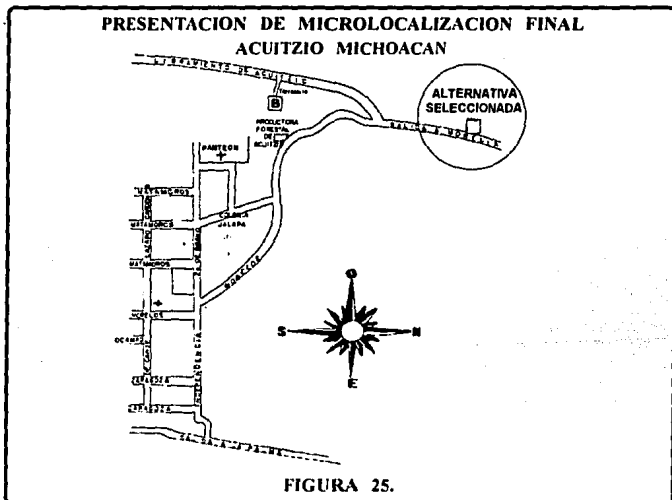
TABLA OPTIMA

Origen o Planta	Mercado o Destino				Capacidad Pzas/mes
	Morelia	Zamora	Uruapan	Pátzcuaro	
Morelia	0	72	41	18	1050
Cuitzeo	11	81	52	28	900
Acuitzio	12	68	38	12	1000
Madero	20	76	46	19	1100
Demanda	2000	300	650	1100	4050
Costo Asociado	23	68	38	19	

- 4.- Una vez que se obtuvo la tabla óptima, se procede a seleccionar el lugar a localizar la planta. Encontrando que el menor costo asociado de las columnas es el del mercado Pátzcuaro con 19 nuevos pesos, siendo el menor y único costo asignado. Posteriormente se relacionó con las plantas; concluyendo que la ciudad de Villa Madero es el lugar óptimo para instalar la industria mueblera debido a que la capacidad de la planta es igual a la demanda del Mercado de Pátzcuaro, proporcionando el mínimo costo de transporte.
- 5.- La ciudad de Villa Madero es el lugar óptimo para ubicar la industria mueblera.

VI.4.4. PRESENTACION DE LA MICROLOCALIZACION DEFINITIVA

En la figura, se presenta la ubicación exacta de la planta para producción de muebles. Este lugar fue elegido a través de la metodología de evaluación por puntos, teniendo como ventajas principales: el contar con terreno sin pendiente, tener la suficiente elevación para casos de inundación, estar a bordo de carretera, cercanía a la productora forestal de Acuitzio (proveedor de materia prima principal), tener suficiente espacio para futuras expansiones, cercanía a mano de obra, estar en una zona de futuro desarrollo de industrias. Además por tener fácil accesibilidad al estar sobre carretera a Morelia (principal mercado) y cerca del libramiento de esta ciudad.



CONCLUSIONES

El estudio de localización de planta es indispensable e importante para el éxito de cualquier empresa. Para lograr que una solución sea completa en el problema de localización, es necesario visualizarlo desde una perspectiva de sistemas, para analizarlo como parte de un todo general (suprasistema) y desde un enfoque reduccionista para analizar sus componentes del problema (subsistema).

Con el presente estudio se trata el tema de localización de planta paso a paso desde un enfoque de sistemas; es decir, desde una perspectiva completa y flexible a diferencia del rígido de la programación lineal.

Este estudio está dirigido para las pequeñas y medianas empresas, y futuros empresarios que necesiten realizar un estudio de localización de planta. Dicho estudio está dividido en dos etapas: macrolocalización y microlocalización.

En las dos etapas del estudio, se muestra la realización de un modelo causal para identificar y analizar todas las variables que afectan en la solución del problema. También se presentan algunas metodologías de las más completas y de aplicación sencilla para ambas etapas del estudio, posteriormente se describe una metodología general para el problema de localización de planta, con el fin de que cualquier persona que necesite realizar un estudio de este tipo, pueda hacerlo.

Para demostrar la eficiencia y sencilla aplicación de la metodología de localización de planta, se realiza una aplicación práctica en un estudio de caso, para una industria mueblera en el Estado de Michoacán presentando paso a paso el desarrollo de la metodología general de localización, mostrando varios métodos de macrolocalización y microlocalización, para que en la práctica los industriales pueden aplicar cualquiera de ellos, teniendo la seguridad de que éstos le darán una solución óptima y segura, en ambas etapas, pero sin olvidar que cada uno tiene su aplicación especial y adecuada dependiendo del servicio que se desea ubicar.

En el caso práctico las metodologías arrojarán como macrolocalización el municipio de Acuitzio y para el estudio de microlocalización se concluyó que la alternativa A (el terreno a la entrada del pueblo de Acuitzio) es la microlocalización óptima para instalar la planta mueblera.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ACEVES GARCIA RICARDO. "Localización de Servicios Modelos y Aplicaciones". Tesis División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería (DEPFI), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, 1986.
- 2.- A.D.H. KAPLAN, J.D. DIRLAM Y R.F. LANZILLOTTI. "Princing in Big Bussines". The Brookings Institution, Washigton D.C, 1958.
- 3.- AVILES ARGUELLO ANGEL. "Ingeniería de Planta". Instituto Tecnológico de Morelia. Morelia, 1990.
- 4.- BACA URBINA GABRIEL. "Evaluación de Proyectos". McGraw-Hill, México, 1990.
- 5.- BERTALANFFY LUDWING VON. "Teoria General de los Sitemas". Fondo de Cultura Económica, México, 1980.
- 6.- CENTRO NACIONAL DE PRODUCTIVIDAD. "Distribución de Planta y Manejo de Materiales". Centro Nacional de Productividad, México, 1985.
- 7.- DE BUEN RICHKARDAY OSCAR. "La Integración del Transporte de Carga como elemento de Competitividad Nacional y Empresarial". Instituto Mexicano del Transporte. Publicación Técnica No 24. México, 1991.
- 8.- DE LOS COBOS SILVA SERGIO GERARDO. "Un Sistema para la Resolución del Problema de Localización de Facilidades". Tesis Colegio de Posgraduados, Chapingo, México, 1987.
- 9.- ENCICLOPEDIA DE LOS MUNICIPIOS DE MEXICO. " Los Municipios de Michoacán". Colección, México, 1987.
- 10.- FONDO DE CULTURA ECONOMICA. "Obras y Correspondencia. Vol I, principios de Economía Política y Tributación". Fondo de Cultura Económica, México, 1959.
- 11 - FUENTES ZENON ARTURO. "El Enfoque de Sistemas en la Solucion de Problemas". DEPFI, UNAM México, 1991.

- 12.- FUENTES ZENON ARTURO. "Pensamiento Sistemico". DEPFI, UNAM. México, 1991.
- 13.- GIL VAZQUEZ JOSE LUIS. "Plan Estratégico de una Planta de Purificación de Agua". Tesis, Instituto Tecnológico de Morelia, Morelia 1991.
- 14.- GONZALEZ SANTOYO FEDERICO. "Apuntes de Localización de Planta". Notas de Clase, DEPFI UNAM, México, 1993.
- 15.- GONZALEZ SANTOYO FEDERICO. "Los Proyectos en la Industrialización Forestal". Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, 1985.
- 16.- HOOVER M. EDWARD. "Plant Location of the Economic Activity". McGraw-hill, New York, 1958.
- 17.- INEGI. "Censo Poblacional del Estado de Michoacán". INEGI, México, 1991.
- 18.- LEON M. MOSES. "Location and the Theory of Production", Quarterly Journal of Economics, vol. 73, may 1958.
- 19.- MARSHALL ALFRED. "Principles of Economic". Macmillan, Londres, 1890.
- 20.- MELNICK JULIO. "Manual de Proyectos de Desarrollo Económico". ONU, México, 1958.
- 21.- MENDOZA DURAN JAIME. "Apuntes de Evaluación de Proyectos". Notas de Clase, Instituto Tecnológico de Morelia. Morelia, 1989.
- 22.- M.L GREENHUT. "Plant Location in Theory and Practice". Chapel Hill, North Carolina, 1956.
- 23.- MUTHER RICHARD. "Distribución de Planta". Hispanoeuropea. España, 1981.
- 24.- NACIONAL FINANCIERA. "Diplomado en Ciclo de Vida de los Proyectos de Inversión". Nacional Financiera, México, 1993.
- 25.- NEGROE PEREZ GONZALO DE JESUS. "Apuntes de Trabajo de Investigación I". Notas de Clase. DEPFI UNAM. Mexico, 1993

- 26.- NEGROE PEREZ GONZALO DE JESUS. "Papel de la Planeación en el Proceso de Conducción". DEPFI UNAM, México, 1982.
- 27.- OVERBEEK J. "Historia de las Teorías Demográficas". Fondo de Cultura Económica, México, 1984.
- 28.- PERALES RIVERA SYLVIA Y FUENTES ZENON ARTURO. "Diagnóstico: Fundamentos, Metodología y Técnicas". DEPFI, UNAM, México, 1991.
- 29.- RAMIREZ PADILLA DAVID NOEL. "Contabilidad Administrativa". McGraw Hill, México, 1989.
- 30.- ROBBINS STEPHEN P. "Administración: Teoría y Práctica". Prentice -Hall Hispanoamericana, México, 1987.
- 31.- ROSSETTI JOSE P. "Introducción a la Economía". Harla México, 1979.
- 32.- RUDDELL REED Jr. "Localización, Layout y Mantenimiento de Planta". El Ateneo, Argentina, 1971.
- 33.- SALINAS DE GORTARI CARLOS. "Ley y Reglamento General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente". Diario Oficial de la Federación, México, 7 de Junio 1988.
- 34.- SOTO RODRIGUEZ HUMBERTO, ESPEJEL ZAVALA ERNESTO Y MARTINEZ FRIAS HECTOR F. "La Formulación y Evaluación Técnico-Económica de Proyectos Industriales". Facultad de Economía, UNAM México, 1991.
- 35.- SUAREZ ROCHA JAVIER. "Algunas Recomendaciones para Escribir Documentos Técnicos". DEPFI UNAM, México, 1991.
- 36.- SUAREZ ROCHA JAVIER. "El Modelo del Diamante". DEPFI, UNAM México, 1991.
- 37.- TAHA HAMDY A. "Investigación de Operaciones". Representaciones y Servicios de Ingeniería. Nueva York, 1981.
- 38.- VOUGN RICHARD. "Introducción a la Ingeniería Industrial" Interamericana, España, 1981.
- 39.- WALTER ISARD "Location and Space Economy" John Wiley & Sons. New York, 1956.