



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN PARA UNA
EMPRESA FABRICANTE DE
HERRAMENTALES**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

P R E S E N T A:

MIGUEL ANGEL CHÁVEZ ORDUÑA

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Víctor Hugo Jacobo Armendáriz



CD. UNIVERSITARIA

2010

Agradecimientos

A mis padres:

Porque desde mi llegada a este mundo se esforzaron desinteresadamente en mi crecimiento personal, enseñándome la diferencia entre lo correcto y lo incorrecto...

Por tratar siempre de enseñarme las consecuencias de las decisiones que tomamos y al mismo tiempo de la responsabilidad que esto conlleva...

Por querer mostrarme las cosas del color con las que sus ojos las ven, aún cuando apenas empiezo a ver en blanco y negro...

Por estar ahí siempre e incondicionalmente...

Por tratar de entender mis decisiones por absurdas y tontas que estas parezcan...

Por las experiencias buenas y malas que juntos hemos vivido...

Y por todo lo que aún tengamos que compartir...

A la vida:

Por todas las experiencias que hasta el momento me ha dado y por todas las que me dará...

Índice

Objetivo	4
Introducción.....	4
Capítulo 1. Antecedentes	6
1.1 Descripción de la empresa	6
1.2 Problemática de la empresa	7
1.3 Situación actual del sector manufacturero (Metalmecánica)	8
Capítulo 2. Localización de planta.....	12
2.1 Objetivo específico:	12
2.2 Importancia de la localización de una planta	12
2.3 El estudio de la localización.....	12
2.4 Factores de localización	14
2.5 Macrolocalización	16
2.6 Microlocalización	16
2.7 Métodos de evaluación por factores cuantificables	17
2.7.1 Métodos objetivos.....	17
2.7.2 Métodos subjetivos.....	22
2.7.3 Combinación de método objetivo y subjetivo	24
2.8 Métodos de evaluación por factores no cuantificables	27
2.9 Errores frecuentes	27
Capítulo 3. Metodología y estudio de localización.....	28
3.1 Introducción	28
3.2 Metodología para la macrolocalización.....	28
3.3 Metodología para la microlocalización.....	29
3.4 Macrolocalización	29
3.5 Microlocalización	52
Capítulo 4. Análisis de resultados	65
Conclusiones y recomendaciones.....	74
Anexo	79
Bibliografía	83

Objetivo

Generar y evaluar alternativas de localización para una empresa dedicada a la fabricación de herramientas, considerando principalmente factores como costo de arrendamiento, cercanía tanto a clientes como a materia prima y disponibilidad de mano de obra calificada.

Introducción

Todas las organizaciones, tanto públicas como privadas, tienen la necesidad de preocuparse por el comportamiento de sus ingresos y de sus costos, elementos que en muchas ocasiones están directamente afectados por la localización de sus instalaciones.

Los ingresos, cuando se habla de empresas productoras, por lo general dependen de la cercanía de las instalaciones tanto a los clientes potenciales como a los insumos y el hecho de ubicarse lejos de ellos, los puede obligar a tener costos muy elevados, aunque no siempre es así, en algunos casos, como pueden ser algunas empresas de servicios especializados, la localización no es un factor tan importante. Por otra parte, los costos se pueden ver afectados por una zona mal elegida para la ubicación, incurriendo en costos de construcción, manejo de materiales, disponibilidad de mano de obra, arrendamiento, entre otros.

Es importante estar familiarizado con los elementos que una empresa debe considerar a la hora de cambiar de lugar sus instalaciones, para darle a cada uno de ellos, el peso que realmente deben tener a la hora de realizar el estudio. Por lo tanto, conocer los problemas que orillan a una empresa a cambiar su lugar de residencia es un factor de suma importancia, ya que esto ayudará a evitar que estas mismas situaciones se repitan en su nueva ubicación.

Este estudio, nace gracias a una empresa productora de moldes y troqueles que se preocupa por su bienestar y crecimiento. La empresa bajo análisis fue creada a partir de las necesidades de otra empresa y actualmente se enfrenta a problemas como los que cualquier organización podría tener. En primer lugar, el espacio en el que actualmente se encuentra, resulta insuficiente, necesita de una mayor área para operar de manera eficiente y además, al ser una compañía que se encuentra ubicada dentro de otra, se ve obligada a compartir algunas instalaciones y espacios para el manejo de materiales y los problemas que esto conlleva. En segunda instancia, la empresa desea adquirir una identidad propia que le ayude a ser reconocida de forma independiente, ya que, al formar parte de otra institución, ésta no le permite ser identificada como tal. El tercer y último factor, es buscar

certificaciones de calidad y ecológicas, además de cumplir al 100% programas de la secretaria de trabajo, residuos peligrosos, etc.

Para determinar en dónde se ubicarán las nuevas instalaciones de la empresa, se hace uso del método de centro de gravedad, un modelo matemático que brindará ayuda para determinar dos puntos clave del estudio. Primero, para encontrar algunas zonas cercanas que minimicen las distancias con los clientes y los proveedores, y por lo tanto, los costos de transportación; y segundo, para seleccionar el mejor sitio dentro de dichas zonas.

Sin embargo, es importante señalar que los resultados obtenidos no se limitan a la sola aplicación del método del centro de gravedad, como se observará durante todo el desarrollo de este estudio, sino más bien, se complementa con una investigación más profunda y detallada de los diferentes parques industriales que se encuentran en la zona del Bajío y de las diferentes opciones que presentan para la posible nueva ubicación de las instalaciones de la empresa

También es necesario tener presente que todas las decisiones deben analizarse cuidadosamente ya que la localización que ofrezca los mayores ingresos potenciales puede generar los costos de operación más altos o, en caso contrario, la localización que brinde los costos de operación más bajos, puede ocasionar que los ingresos sean extremadamente bajos.

Así, el éxito de un proyecto dependerá no sólo de la ubicación, sino también en gran medida de la demanda en el mercado que tenga el bien o servicio a producir. La demanda depende, a su vez, de la calidad, precio y disponibilidad del producto elaborado.

Finalmente, este trabajo pretende ofrecer a la empresa las mejores alternativas de ubicación que le permitan localizarse cerca del mercado, reducir al máximo los riesgos y, por otro lado, maximizar sus ventas y con esto sus ganancias, logrando así colocarse a un nivel competitivo dentro de su ramo.

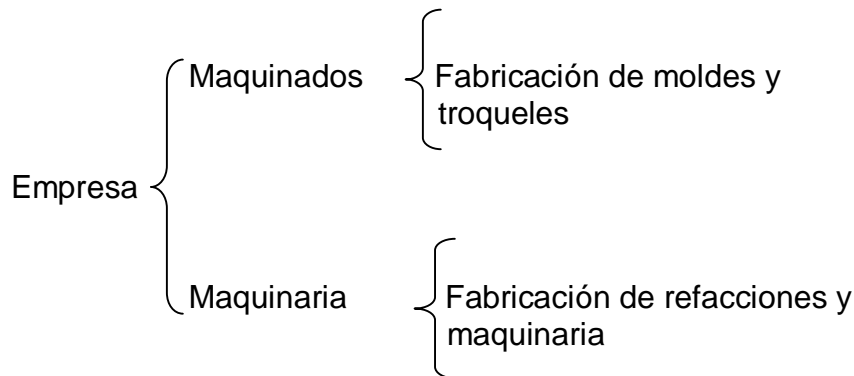
El traslado de sus instalaciones o la creación de una nueva unidad de negocios, debe darle a cualquier empresa un motivo fuerte de preocupación, ya que los errores cometidos durante la elección, podrían incluso terminar con la presencia de la compañía en el mercado.

Capítulo 1. Antecedentes

1.1 Descripción de la empresa

La empresa, actualmente ubicada al norte de la Ciudad de México, se desarrolla en el ámbito de la industria metalmecánica y es filial de un grupo industrial dedicado a la fabricación de envases y cajas de metal, así como recipientes de plástico. Su papel es proveer moldes de inyección para plásticos, troqueles, maquinaria y refacciones; al grupo industrial al que pertenece, es decir, proporciona maquinaria y herramientas a su grupo para que éste lleve a cabo sus distintos procesos de transformación.

Dentro de la empresa existen dos divisiones de producción: maquinados y maquinaria. En la primera se llevan a cabo los procesos de fabricación de moldes y troqueles y en la segunda se fabrican refacciones y maquinaria. El esquema 1.1 muestra de forma más clara esta organización.



Esquema 1.1 Divisiones de producción de la empresa

Debido a la naturaleza de la organización, no se cuenta con un producto principal en específico, pero principalmente consiste en la fabricación de moldes y troqueles en su división de maquinados y, para la división de maquinaria, en la elaboración de refacciones y máquinas completas.

Un troquel, al tener bordes cortantes, se utiliza para recortar o estampar por presión, planchas, cartones, cueros, metales, etc. Por otro lado, los moldes de inyección son herramientas patrón con características especiales hechas de acero, que presentan una cavidad de acuerdo a la forma que se desea obtener al inyectar el fluido (plástico o metal) que dará forma a una pieza. Para el área de maquinaria, se fabrican ocasionalmente máquinas completas, pero en la mayoría de los casos, es la elaboración de refacciones la actividad principal, las cuales pueden consistir en ejes rotatorios, elementos de fatiga, rodamientos, etc. Debido

a esto, los troqueles son productos de mucha utilidad e importancia para muchas empresas.

Esta empresa tiene una historia paralela con la creación del grupo industrial al que pertenece, fue fundada en 1926 e inicialmente se estableció una empresa que comenzó fabricando productos de limpieza y aseo para el calzado, a la cual se incorporó posteriormente la fabricación de envases de hoja de lata. Actualmente, es una de las empresas más importantes que provee recipientes diversos a la industria alimenticia (alimentos y bebidas), pinturas, lubricantes y farmacéutica entre otras.

Debido al crecimiento que ha tenido la empresa, no sólo se brinda servicio al grupo al que pertenece, también se presta servicio a clientes externos, el cual consiste en diseñar, fabricar, ensamblar y probar algún tipo de máquina o fabricar una refacción determinada. Lo que representa para la empresa una oportunidad de desarrollo independiente.

1.2 Problemática de la empresa

Los factores más importantes que orillan a la compañía a buscar una nueva localización, se describen a continuación:

Espacio de operación: La nave actual resulta insuficiente para realizar correctamente las operaciones de la empresa, sobre todo para el área de maquinaria que por su esencia requiere de instalaciones mayores para el ensamble y prueba de sus equipos. Además, el hecho de estar ubicada dentro de otra empresa (el grupo filial al que pertenece), ocasiona que muchas de las operaciones necesarias para un buen funcionamiento se vean entorpecidas. La figura 1.2, muestra de forma sencilla su actual situación.

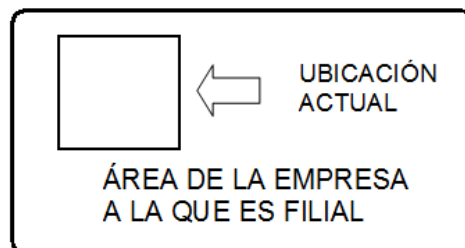


Figura 1.2 Situación actual de la empresa

Un segundo factor es buscar una identidad propia, ya que por la ubicación actual los clientes consideran a la empresa como una filial de una industria y no como una unidad de negocio independiente.

El tercer factor es buscar certificaciones de calidad y ecológicas, además de cumplir al 100% programas de la secretaria de trabajo, residuos peligrosos, etc. que resulten aplicables al giro de la empresa.

1.3 Situación actual del sector manufacturero* (Metalmecánica)

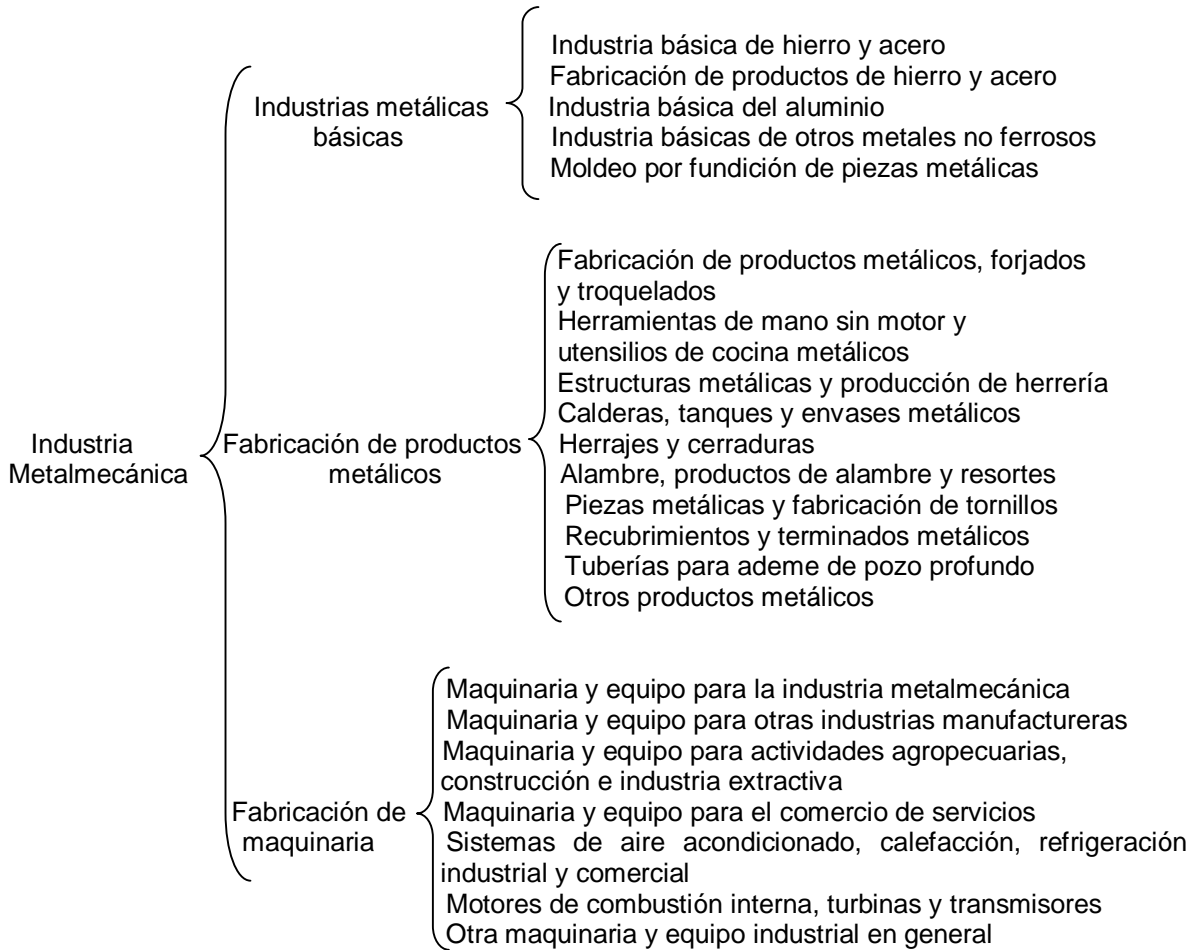
A nivel mundial, el sector metalmeccánico se caracteriza por una creciente competencia a nivel internacional en donde la exigencia de alta calidad y costos competitivos, son elementos fundamentales para las empresas exitosas; y en cuanto a la posición del sector, se considera favorable debido a la alta competitividad de algunos productos y procesos, principalmente en fundición y maquinado de hierro gris, aluminio, acero y bronce, tuberías y ensamble, estructuras metálicas, válvulas, tanques metálicos, etc.

Dentro del ámbito nacional, la industria metalmeccánica es un eje fundamental en la actividad económica del país, de él se derivan un gran número de industrias que soportan en su mayoría la actividad industrial en nuestro país (mineras, pesqueras, agroindustriales, eléctrico-electrónico, siderúrgico, metalúrgico, petrolero y automotriz).

Debido a su participación dentro de la actividad industrial, el sector metalmeccánico no tiene una clasificación que permita identificar plenamente sus características, ya que está integrada, más bien por un conjunto de actividades específicas que siguen procesos diferentes y obtienen productos distintos, pero todos a partir de la transformación del metal.

* Fuente: Banco Nacional del Comercio Exterior.
Página en internet: www.bancomext.com

La industria metalmeccánica se encuentra distribuida en los siguientes tres grandes sectores (esquema 1.2):



Esquema 1.2 Distribución del sector Metalmeccánico

Por otra parte, este tipo de industria se encuentra ubicada en la República Mexicana en la mayoría de las entidades federativas, resaltando por su importancia Chihuahua (1), Nuevo León (2), San Luis Potosí (3), Estado de México (4), Durango (5), Querétaro (6), Hidalgo (7), Jalisco (8), Puebla (9) y Tamaulipas (10), donde se concentra más del 95% de las empresas del sector (figura 1.3) y en donde crecen las oportunidades de negocio que estos estados ofrecen para proyectos de inversión dadas las facilidades de comunicación, infraestructura y localización geográfica.

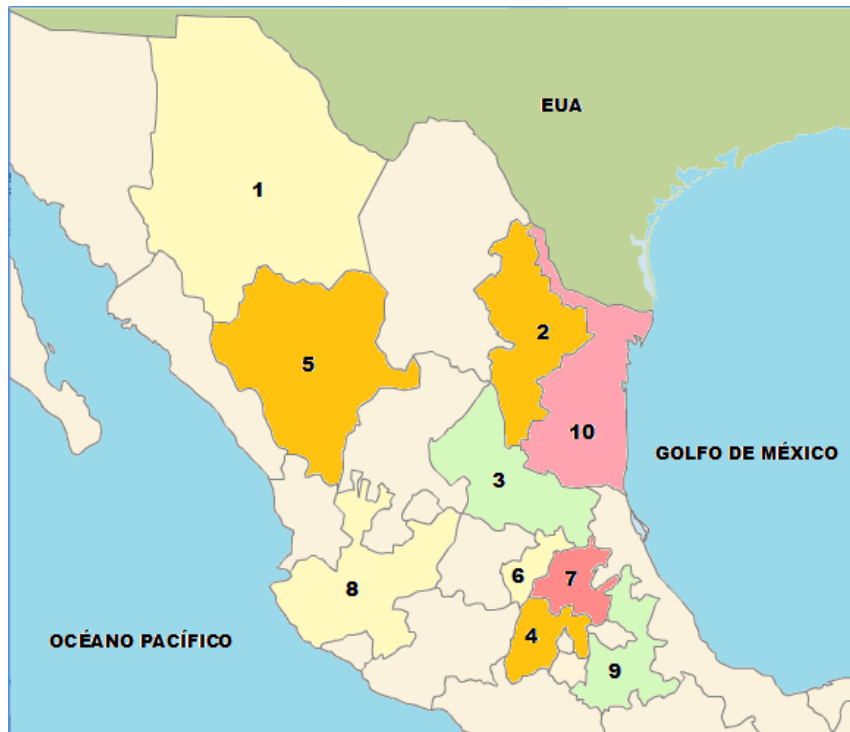


Figura 1.3 Estados más importantes del sector metalmeccánico.

Fortalezas y debilidades del sector metalmeccánico

Existen muchas oportunidades que se pueden capitalizar en fortalezas, como el hecho de que grandes empresas compradoras del ramo metalmeccánico en Estados Unidos amplíen sus volúmenes de compras de productos mexicanos competitivos.

Asimismo, hay que atender algunas debilidades como la falta de experiencia exportadora, altos costos de fletes y servicios, así como de insumos y materias primas, además de la carencia de registro de marcas y patentes. Por otra parte, se

tiene una acentuada dependencia del mercado norteamericano y se observa el desplazamiento de la producción nacional por productos de importación.

Comercio Exterior

Entre los principales productos exportados figuran: partes y piezas sueltas para maquinaria, hierro y acero manufacturado en diversas formas, válvulas y sus partes, tubos de hierro y acero, siendo Estados Unidos el principal mercado de las exportaciones mexicanas.

En el año 2003, las exportaciones derivadas de los proyectos del sector metalmeccánico ascendieron a 47 millones de dólares con la participación de 69 empresas.

Los principales productos importados por la industria Metalmeccánica en México son: maquinaria para trabajar metales, todo tipo de turbinas, recipientes de hierro y acero, cojinetes, chumaceras, flechas, poleas y maquinaria, por mencionar algunos.

Capítulo 2. Localización de planta

2.1 Objetivo específico¹:

El estudio de localización tiene como propósito encontrar la ubicación más ventajosa para el proyecto, es decir, la opción que, cubriendo las exigencias o requerimientos del proyecto, contribuya a minimizar los costos de inversión y los costos y gastos durante el período productivo.

2.2 Importancia de la localización de una planta^{1,2}

La localización de planta es un factor que condiciona el resultado de la implantación de un sistema productivo, ya que determinará parcialmente los costos de operación y de inversión, la facilidad con que pueden embarcarse o recibirse las materias primas y los productos terminados, los costos de mano de obra, impuestos, terrenos, construcción y combustible.

La localización es una decisión de largo plazo, con repercusiones económicas importantes que deben ser bien consideradas. Dicho análisis requiere que se realice en forma integrada a las restantes variables del proyecto: demanda, transporte, competencia, etc.

El análisis de localización debe hacerse compatible con la capacidad de los mercados específicos, de tal suerte que la solución, bajo el punto de vista económico, es la que minimiza los costos de distribución y producción combinados.

La nueva ubicación debe ofrecer ventajas con respecto a la ubicación actual, de tal forma que permita obtener los mayores rendimientos posibles, tanto en la simplificación de operaciones como en la disminución de costos.

2.3 El estudio de la localización^{2,8}

Al considerar la localización del proyecto es posible concluir que hay más de una solución factible adecuada por lo que hay que determinar las variables relevantes más importantes en forma concluyente. De igual forma, una localización que se ha determinado como óptima en las condiciones vigentes puede no serlo en el futuro. Por lo tanto, la selección de la ubicación debe considerar su carácter definitivo o transitorio.

Sin embargo, el problema tampoco es puramente económico. Los factores técnicos, legales, tributarios, sociales, etc. (figura 2.1) deben tomarse en consideración, aunque en algunos casos, los efectos en el resultado del proyecto

no pueden ser considerados en factores monetarios, por lo que siempre quedará una variable subjetiva que pudiera afectar la decisión, como por ejemplo, intereses personales del dueño.

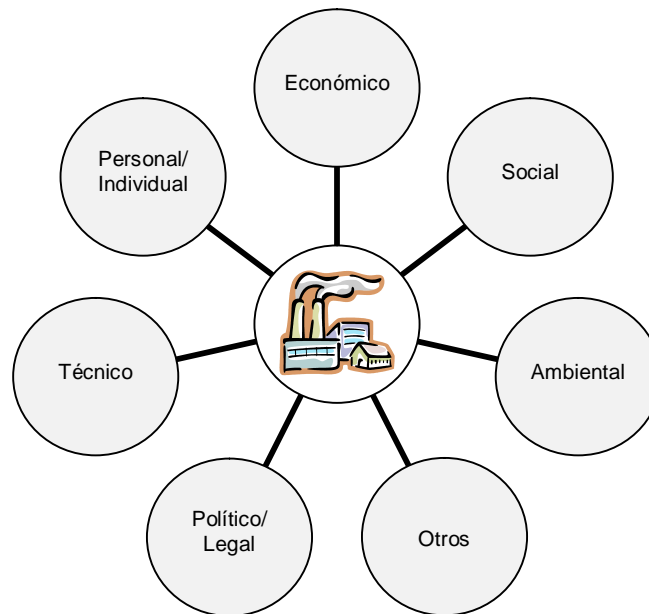


Figura 2.1 Factores a considerar en un estudio de localización

Hay dos etapas necesarias (figura 2.2) que se deben realizar, la selección de una macrolocalización y, dentro de ésta, la de una microlocalización definitiva. Pero también puede darse el caso de que para una determinada empresa, la macrolocalización resulte innecesaria, dado que ya tenga preestablecida la localidad en donde se ubicará. La selección de la macro y microlocalización está condicionada al resultado del análisis de lo que se denomina factor de localización.⁸

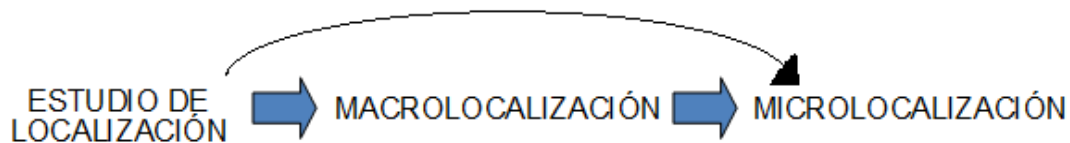


Figura 2.2 Pasos para el estudio de localización

2.4 Factores de localización^{2,4,8}

Los factores que más comúnmente influyen en la decisión de la localización de un proyecto, se describen a continuación, aunque no se presentan en orden de importancia y pueden existir algunos otros con base en las necesidades de cada empresa:

- a) **Medios y costos de transporte.** Es necesario considerar tanto el peso como el volumen de los materiales, ya que normalmente se aplica la tarifa que por un factor u otro resulte más alta. Además, las materias primas, por lo general, pagan menos tarifas de transportes que los productos terminados.
- b) **Disponibilidad y costo de mano de obra.** Determinar cualitativa y cuantitativamente los diversos tipos de mano de obra necesarios en la operación de la futura planta. Además de investigar cuales son los niveles de sueldos y salarios en las posibles localizaciones del proyecto y su disponibilidad.
- c) **Localización y disponibilidad de las fuentes de abastecimiento (materias primas).** La ubicación de las materias primas resulta un factor fundamental, ya que en ocasiones la ubicación de ciertos proyectos la determina la fuente de materias primas. Es vital considerar los requerimientos de insumos, condiciones de abastecimiento, costos de transporte, existencia actual y a largo plazo, si la disponibilidad es constante o estacional, etc.
- d) **Cercanía del mercado.** El proyecto para la nueva ubicación debe considerar cierta distancia entre los clientes potenciales y la localización de la planta, ya que en muchos casos, conforme incrementa la distancia, incrementan también los costos de transportación, lo que puede repercutir directamente en las utilidades de la empresa.
- e) **Factores ambientales.** Este factor se debe tomar en cuenta para aquellas zonas o lugares con climas extremos que impidan el buen desempeño del personal o el proceso de producción de los bienes.
- f) **Eliminación de desechos.** Para algunas plantas industriales, la disponibilidad de medios naturales para deshacerse de ciertos desechos resulta indispensable, por lo que su localización queda sujeta a esta opción. En otras zonas, los reglamentos locales y gubernamentales limitan o regulan la cantidad o la naturaleza de los desechos que pueden arrojarse a la atmósfera o a corrientes y lechos acuosos.

- g) Costo, disponibilidad y topografía de terrenos.** Es importante considerar las necesidades actuales y las expectativas de crecimiento futuro que pueda tener la empresa, para no tener problemas por falta de espacio o por factores no considerados como zonas sísmicas, terrenos extremadamente húmedos, etc. El costo del terreno puede o no ser factor de importancia, pero dependerá del poder adquisitivo de cada empresa y del tipo de proyecto a realizar.
- h) Estructura impositiva y legal.** Algunos países o estados adoptan políticas que promueven la instalación industrial en determinadas zonas y ciudades creando al mismo tiempo parques industriales y ofreciendo incentivos fiscales o de otro tipo. Conocer las leyes de cada lugar dan un marco de restricciones y oportunidades que pueden ser de importancia a la hora de seleccionar un lugar.
- i) Disponibilidad de agua, energía eléctrica y otros suministros.** La disponibilidad tanto de agua como de energía eléctrica suelen ser un factor determinante en la localización industrial, ya que la mayor parte de equipos industriales modernos y sus procesos, utilizan dichos recursos y, aunque ambos pueden ser transportables, la inversión en este tipo de obras no se justifica para una sola empresa.
- j) Comunicaciones.** Actualmente los medios de comunicación son muy importantes, ya que estos permiten un mejor intercambio de información entre proveedores, productores y clientes, además de disminuir costos.
- k) Condiciones sociales y culturales (condiciones de vida).** Se estudian algunas variables demográficas como tamaño, distribución, edad y cambios migratorios, además de aspectos como la actitud hacia la nueva industria, disponibilidad, calidad y confiabilidad en los trabajadores en potencia, tradiciones y costumbres que pueden inferir con las modalidades conocidas de realizar negocios.
- l) Disponibilidad y confiabilidad de los sistemas de apoyo.** Para algunas organizaciones, puede ser de importancia el contar con buenos servicios públicos como facilidades habitacionales y educacionales, caminos-vías de acceso y calles, seguridad pública, ambulancias, servicios médicos, bomberos, etc.

2.5 Macrolocalización⁸

La macrolocalización es la selección de la región o territorio donde se ubicará el proyecto. Esta selección permitirá, a través de un análisis preliminar, reducir el número de soluciones posibles, al eliminar los sectores geográficos que no respondan a las condiciones requeridas por el proyecto.

Para una planta industrial se tienen los siguientes factores determinantes:

1. Factores primarios:

- Localización del mercado de consumo
- Fuentes de materias primas
- Disponibilidad de mano de obra
- Vías de comunicación

En términos simples, el problema consiste en conocer si la industria quedará cerca de las materias primas o cerca del mercado en que se venderán los productos.

2. Factores secundarios:

- Facilidades de transporte
- Infraestructura pública
- Fuentes de suministro de agua
- Disponibilidad de energía eléctrica y combustible
- Disposiciones legales o de política económica
- Servicios públicos diversos
- Condiciones climáticas

2.6 Microlocalización⁸

El estudio de la microlocalización sólo indicará cuál es la mejor alternativa de instalación dentro de la región elegida. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el estudio de la microlocalización no corregirá los errores en que se pudo haber incurrido durante la selección de la macrolocalización.

Factores determinantes en la microlocalización

- Área requerida
- Tipo de edificio
- Vialidades
- Agua, electricidad
- Residuos de agua
- Contaminantes
- Instalaciones para el equipo y maquinaria
- Sistema de comercialización

- Tipo de producto o servicio
- Evaluación de los terrenos:
 - a) Superficie disponible
 - b) Topografía
 - c) Costo del terreno
 - d) Tipo de suelo
 - e) Vías de comunicación
 - f) Servicios públicos
 - g) Transporte
 - h) Uso de suelo

2.7 Métodos de evaluación por factores cuantificables^{7,8}

Son técnicas que utilizan algún modelo matemático para seleccionar de entre varias opciones, la localización de la planta, utilizando datos referentes a costos de transporte o distancias recorridas. Dentro de estos modelos se tienen tres clasificaciones:

2.7.1 Métodos objetivos⁷

a) Análisis de costo-beneficio-volumen⁶.

Cuando los costos fijos de cada sitio son diferentes de los variables, puede emplearse el análisis de costo-beneficio-volumen para conocer qué ubicación presenta los más bajos costos de operación por unidad (utilidad).

Este procedimiento consta de dos pasos:

Paso 1. Estímense los costos de operación fijos anuales y los costos variables asociados con cada sitio por unidad. Desarróllese una ecuación que relacione los costos totales con el volumen de producción.

Paso 2. Calcúlense los costos totales esperados asociados con la producción esperada en la nueva instalación. La alternativa a la que debe darse prelación es al sitio que presente los costos totales más bajos. Si el precio de venta o el volumen de producción esperado no son iguales en todos los sitios, debe compararse el beneficio esperado asociado con cada sitio.

El análisis costo-beneficio-volumen también puede emplearse para saber en qué intervalo logra cada sitio los costos de operación más bajos (las mayores utilidades). En la figura 2.3, se puede observar este comportamiento de las diferentes opciones de ubicación.

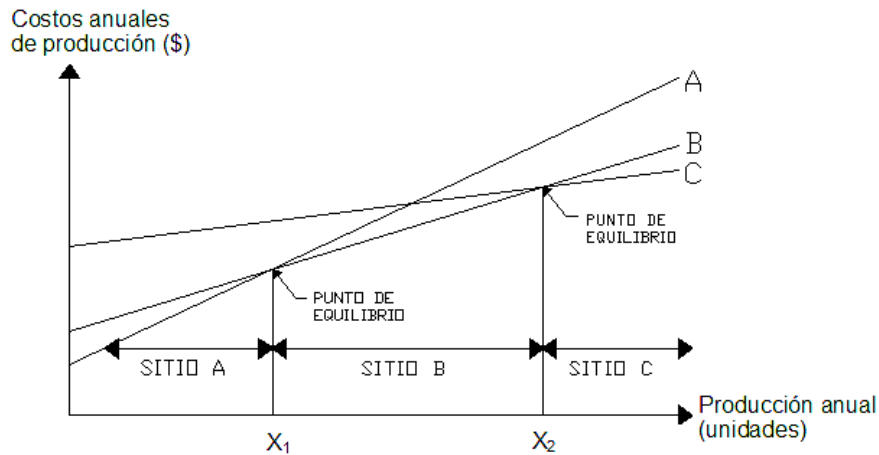


Figura 2.3 Costos de producción asociados con cada sitio

Puesto que los costos empleados para comparar las alternativas de localización con frecuencia son sólo estimados, debe verificarse la sensibilidad de la solución frente a los cambios en estos estimados.

b) Modelo del costo de transportación tasa-volumen-distancia. TVD.⁵

Se basa en la medida simple de los costos de distribución (y/o suministro) total. El procedimiento consiste sencillamente en sumar los productos de la tasa de transportación (T), el volumen (V) y la distancia (D) para todas las localizaciones, de aquí el acrónimo para este enfoque: el modelo TVD. El método usual para calcular el costo total de transportación es como sigue. Se utilizan los símbolos siguientes:

T = El costo para el tipo de transportación necesaria, en pesos o dólares por unidad de volumen (o peso) por unidad de distancia. Por ejemplo \$/ (libra x milla)

V = El volumen (o peso) que se transporta

D = La distancia desde la instalación hasta los lugares de la demanda de los receptores

C = El costo total

1, 2, 3,..., n = subíndices que denotan el primero, segundo, tercer receptores, hasta el receptor n

Entonces se calcula:

$$C = T_1V_1D_1 + T_2V_2D_2 + T_3V_3D_3 + \dots + T_nV_nD_n = \sum_{i=1}^n T_iV_iD_i$$

que es el costo total de embarcar las cantidades deseadas a todos los n receptores.

Por lo tanto simplemente se puede ubicar la instalación en un sitio y determinar lo que costará el suministro a los receptores, moverla a otro sitio y ver si el costo es menor y así sucesivamente. Si todos los sitios están especificados con anterioridad, entonces el mejor sitio será el de menor costo (por lo menos con esta medida).

El concepto básico de establecer una medida del costo, también se aplica en otras situaciones. Por ejemplo, si el costo es independiente del peso o del volumen, o si simplemente no son relevantes, ignore la componente V de la fórmula. Si no se da una tasa, tal vez el tiempo ocupado sea una medida adecuada que sustituya al costo (“el tiempo es oro”) y el producto del tiempo de viaje (minutos por milla) multiplicado por la distancia (millas), dará una medida adecuada. Otros casos pueden requerir un poco de creatividad para determinar la medida más apropiada.

c) Método del centro de gravedad⁶

Se aplica para encontrar un sitio que minimice el total de los costos de transporte, desde y hacia la nueva instalación. Se supone que los costos de transporte están en función lineal de la cantidad de unidades embarcadas y de la distancia de embarque.

La localización del embarque existente de la empresa y las instalaciones de recepción se expresan como las coordenadas x y y , que indican sus posiciones relativas (figura 2.4). Las dos ecuaciones del centro de gravedad ecuaciones 1 y 2 se emplean para hallar la localización más efectiva en costos para la nueva instalación.

Coordenadas del centro de gravedad:

$$C_x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} \qquad C_y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} \qquad \text{----- (1, 2)}$$

- donde: C_x = coordenada x de la nueva instalación
 C_y = coordenada y de la nueva instalación
 i = cantidad de embarques existentes y sitios de recepción
 n = cantidad total de embarques existentes y sitios de recepción
 x_i = coordenada x de la instalación i
 y_i = coordenada y de la instalación i
 V_i = cantidad de unidades embarcadas desde la instalación i y hacia ella

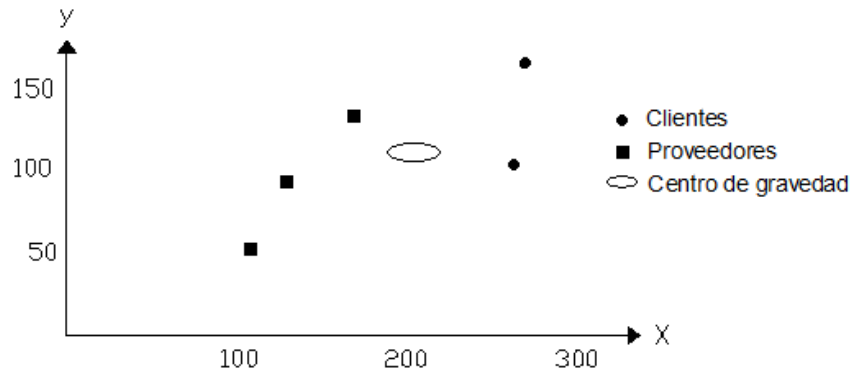


Figura 2.4 Ubicación del centro de gravedad

El método de Centro de Gravedad también puede ser utilizado con el análisis TVD para minimizar los costos de distribución⁵. La técnica consiste en encontrar la distancia promedio ponderada desde algún punto base, el cuál podría ser un origen arbitrario en un espacio unidimensional, bidimensional o tridimensional. Si no hay ponderaciones sobre tasa o volumen (ejemplo anterior), entonces el centro de gravedad es simplemente la distancia promedio para el conjunto de localizaciones receptoras. Si los volúmenes, o tasas, cambian entre las diversas ubicaciones, entonces la media se calcula con base en las distancias ponderadas sobre la tasa o el volumen. Si tanto los volúmenes como las tasas cambian con la ubicación, entonces sus productos llegan a ser las ponderaciones. La media se encuentra, como de costumbre, dividiendo entre la suma de las ponderaciones:

$$\bar{Z} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i V_i Z_i}{\sum_{i=1}^n T_i V_i} \quad \text{----- (3)}$$

donde: $\sum_{i=1}^n$ es la suma de todos los puntos i

T_i = el costo de transportación por unidad de volumen (o peso) por milla para cada punto i

V_i = el volumen (o peso) que se va a transportar hacia o desde cada ubicación i

Z_i = la distancia en millas desde cualquier origen arbitrario hacia cada punto i

d) Problema de ubicación utilizando distancias perpendiculares
(The minisum location problem)¹⁰

Este método minimiza la suma de las distancias más importantes o con mayor peso entre la nueva instalación y otras existentes, lo que involucra distancias medidas de manera perpendicular entre una y otra instalación. Esta medida es también conocida como Manhattan, debido al hecho de que muchas calles son perpendiculares o paralelas entre ellas.

Se utiliza la siguiente notación:

- $X = (x,y)$ localización de la nueva instalación
- $P = (a_i,b_i)$ localización de las instalaciones existentes
- w_i "peso" asociado con el recorrido entre la nueva instalación y la instalación existente i
- $d(X,P_i)$ distancia entre la nueva instalación y la instalación existente i

El costo anual de viaje entre la nueva instalación y la instalación existente i se supone proporcional a la distancia entre los puntos X y P_i , con w_i denotando una constante de proporcionalidad.

El objetivo es: Minimizar $f(X) = \sum_{i=1}^m w_i d(X,P_i)$ ----- (4)

En un modelo rectilíneo, la distancia esta medida por la suma de la diferencia absoluta en sus coordenadas, esto es:

$$d(X,P_i) = |x - a_i| + |y - b_i| \quad \text{----- (5)}$$

Utilizando las ecuaciones anteriores, nuestro problema se formula como sigue:

$$\text{Minimizar } f(X) = \sum_{i=1}^m w_i |x - a_i| + \sum_{i=1}^m w_i |y - b_i| \quad \text{----- (6)}$$

En la ecuación 6 se observa que los términos que involucran x están separados de los términos que involucran y , lo que nos ayuda a obtener el óptimo valor tanto de x como de y de forma independiente.

Para encontrar el óptimo valor de x , dos propiedades matemáticas son empleadas. La coordenada x de la nueva instalación será la misma que la de una instalación existente; y la coordenada x óptima será la que no esté a la izquierda a más de la mitad del peso total y tampoco esté a la derecha a más de la mitad del peso total. La última condición hace referencia a la mediana. Ambas propiedades también se aplican para determinar el óptimo valor de y . Obteniendo así, las coordenadas (x,y) óptimas (figura 2.5).

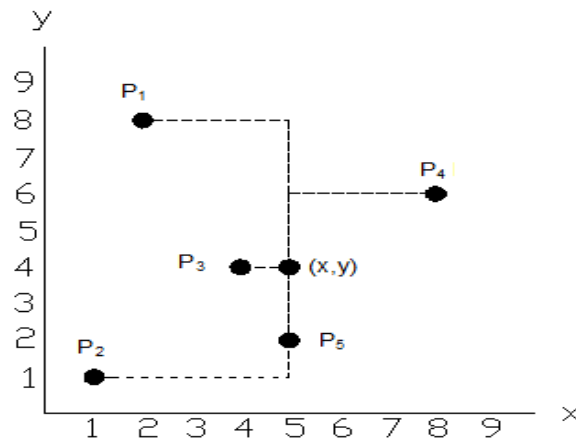


Figura 2.5 Ubicación por medio de distancias perpendiculares

e) Métodos por suma de costos⁸

Es el método más comúnmente utilizado para seleccionar la ubicación de un proyecto. Para evaluarlo, sólo es necesario enumerar los factores para los cuales es posible calcular un costo o ganancia pertinente para el análisis de alternativas, eligiendo aquella que presente la menor suma de costos o el mayor beneficio.

La evaluación de este método puede ser más compleja si los factores involucrados presentan variaciones, como por ejemplo, si se determina que una planta reduce sus costos unitarios mientras se aleja del mercado, puede suceder que su mercado potencial también disminuya por el carácter perecedero que podría tener el producto o por las mayores dificultades para cumplir con los plazos de entrega exigidos por el mercado. De esta forma, no sólo se ve afectada la variable ventas, sino que probablemente también la variable tamaño o el monto de inversión en capital de trabajo, entre otras, si se compensa la dificultad de cumplimiento de plazos con mayores ventajas crediticias para el cliente.

2.7.2 Métodos subjetivos^{7,8}

a) Análisis dimensional⁸

La técnica conocida por este nombre, es un procedimiento de selección de una localización basado en la eliminación sistemática de una entre dos alternativas comparadas. La simplicidad de este método se complica al considerar que la unidad de medida para la comparación, aún siendo cuantitativa, tiene un carácter de alta subjetividad, puesto que, como se verá a continuación, asigna puntajes relativos basados en una estimación cuantitativa de los factores relevantes de localización no cuantitativos.

El primer paso de este método consiste en definir todos los factores relevantes de localización, determinando si se utilizará un elemento de costo o un puntaje como unidad de medida. Si es de costo, se asignará éste a las dos alternativas que se estén comparando.

Si es por puntaje, si le asignará en una escala cualquiera (de uno a diez por ejemplo) que manifieste la posición relativa de una respecto a la otra alternativa de localización en estudio. Puesto que se comparan en términos de costo, se asignará un puntaje menor a la mejor alternativa.

El siguiente paso, de relativa subjetividad, es asignar un orden prioritario a los factores de localización que, al igual que entre las alternativas de ubicación, represente la posición relativa de los factores.

Definiendo por S_{ij} los puntajes o costos de la localización i asociados al factor de localización j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$, donde n es el número de factores considerados relevantes para la decisión) y por P_j la ponderación relativa de los factores j , el procedimiento de eliminación se reduce a la aplicación directa de la siguiente expresión:

$$j = \frac{\pi}{1} \left[\frac{S_{Aj}}{S_{Bj}} \right]^{P_j} \text{-----} (7)$$

donde π se representa la multiplicatoria de los $\left[\frac{S_{Aj}}{S_{Bj}} \right]^{P_j}$ y donde A y B son las dos localizaciones que se comparan.

Si el resultado de la ecuación 7 es mayor que uno, los méritos de la alternativa B son mayores que los de la alternativa A (esto es así porque se comparan costos, si fueran beneficios, A sería mayor que B. Nótese que si fueran beneficios, la asignación de puntaje también sería inversa a la señalada para ambas alternativas de localización). Si el resultado es menor que uno, la localización A es mejor, y si es uno, ambas alternativas son indiferentes. En este último caso debe necesariamente elegirse una, puesto que el procedimiento de eliminación sistemática determina que por comparaciones sucesivas de pares de alternativas se seleccione una sola en definitiva.

Al utilizar la fracción $\left[\frac{S_{Aj}}{S_{Bj}} \right]$ de esta forma, todas las expresiones se reducen a un término único de posición relativa, evitando considerar dos unidades de medida distintas (costo y puntaje).

b) Factor de localización (Factor ponderado)⁶

Procedimiento de 5 pasos para asignar puntaje en la evaluación de sitios alternativos con base en diferentes criterios. Matemáticamente este procedimiento se resume a continuación:

El factor de localización:

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j s_{ij} \quad j = 1, 2, 3, \dots, m \quad \text{-----} \quad (8)$$

donde S_i = puntaje total para ubicación

w_j = peso para el factor j

s_{ij} = puntaje para la ubicación en i en el factor j

Paso 1. Identifíquense los factores más importantes al evaluar los sitios alternativos.

Paso 2. Asígnese un peso (w_j) entre 0 y 100% a cada factor. El peso debe reflejar la importancia relativa del factor: cuanto más importante, mayor será su peso. La suma de los pesos debe ser igual a 1.

Paso 3. Asígnese a la primera alternativa un valor entre 0 y 100 para el primer factor ($s_{1,1}$). El valor cero indica que el lugar no satisface ese criterio, en tanto que el valor 100 implica que la ubicación lo satisface perfectamente. Repítase este paso para las alternativas restantes.

Paso 4. Conviértase cada puntaje (s_{ij}) en un puntaje ponderado multiplicándolo por el peso relativo del factor (w_j).

Paso 5. Súmense los puntajes ponderados de cada alternativa. Debe darse preferencia a la que alcance el mayor puntaje total (S_i).

Sin embargo, los puntajes ponderados totales podrían tener casi el mismo peso, por lo que debe revisarse la sensibilidad de la solución que tiene prelación respecto de los cambios en los puntajes y pesos del factor*.

* Nota. Aún si algún factor se destacara de los demás, recuérdese que el modelo es sólo una ayuda para tomar una decisión, no el que toma la decisión por sí mismo. Esto ocurre por lo general en estos tipos de modelos.

2.7.3 Combinación de método objetivo y subjetivo.⁸

Método de Brown y Gibson*

Este método combina factores objetivos posibles de cuantificar con factores subjetivos que se pueden valorar en términos relativos. La aplicación de este enfoque se inicia con una primera etapa de eliminación de todas aquellas alternativas que no cumplen con los requisitos mínimos exigidos a la localización del proyecto.

Posteriormente, reconoce un proceso que consta de las cuatro siguientes etapas:

1. Asignar un valor a cada factor objetivo FO_i para cada localización optativa viable
2. Estimar un valor relativo de cada factor subjetivo FS_i para cada localización optativa viable.
3. Combinar los factores objetivos y subjetivos, asignándoles una ponderación relativa, para obtener una medida de preferencia de localización MPL.
4. Seleccionar la ubicación que tenga la máxima medida de preferencia de localización.

La aplicación del modelo en cada una de sus etapas lleva a desarrollar la siguiente secuencia de cálculo:

1. **Cálculo del valor relativo de los FO_i .** Normalmente los factores objetivos son posibles de cuantificar en términos de costo, lo que permite calcular el costo total anual de cada localización C_i . Luego, el FO_i se determina multiplicando C_i por la suma de los costos recíprocos de cada lugar ($1/C_i$) y tomando el recíproco de su resultado, lo que es:

$$\frac{1/C_i}{\sum_{i=1}^n 1/C_i} \quad \text{-----} \quad (9)$$

Al ser siempre la suma de los FO_i igual a 1, el valor que asume cada uno de ellos es siempre un término relativo entre las distintas alternativas de localización.

2. **Cálculo del valor relativo de los FS_i .** El carácter subjetivo de los factores de orden cualitativo hace necesario asignar una medida de comparación que valore los distintos factores en orden relativo, mediante tres subetapas:

- Determinar una calificación W_j para cada valor subjetivo ($j = 1, 2, \dots, n$) mediante comparación pareada de dos factores. Según esto, se escoge un factor sobre otro, o bien, ambos reciben igual calificación (en donde se asigna el valor de 1 al factor más relevante y 0 al menos importante, mientras que cuando son equivalentes se asigna a ambos un factor igual 1).
- Dar a cada localización una ordenación jerárquica en función de cada factor subjetivo R_{ij} ($0 \leq R_{ij} \leq 1, \sum_i R_{ij} = 1$).
- Para cada localización, combinar la calificación del factor W_j , con su ordenación jerárquica R_{ij} , para determinar el factor subjetivo FS_i , de la siguiente forma:

$$FS_i = \sum_{j=1}^n R_{ij} W_j \quad \text{-----} \quad (10)$$

El análisis que permite la elaboración del índice de importancia relativa W_j se utiliza para determinar, además, la ordenación jerárquica R_{ij} de cada factor subjetivo.

La fórmula 10 se utiliza para determinar la medida del factor subjetivo FS_i de cada localización. Separadamente para cada localización, se multiplica la calificación para un factor dado R_{ij} por el índice de importancia relativa de W_j de ese factor y se suman todos los factores subjetivos. De esta forma se tiene que:

$$FS_i = R_{i1}W_1 + R_{i2}W_2 + \dots + R_{in}W_n \text{ ----- (11)}$$

3. Cálculo de la medida de preferencia de localización MPL. Una vez valorados en términos relativos los factores objetivos y subjetivos de localización, se procede a calcular la medida de preferencia de localización mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$MPL_i = K (FO_i) + (1-K)(FS_i). \text{ ----- (12)}$$

La importancia relativa diferente que existe, a su vez, entre los factores objetivos y subjetivos de localización hace necesario asignarle una ponderación K a uno de los factores y $1-K$ al otro, de manera tal que se exprese también entre ellos la importancia relativa. Si se considera que los factores objetivos son 3 veces más importantes que los subjetivos se tiene que $K = 3(1-K)$. O sea, $K = 0.75$.

4. Selección del lugar. De acuerdo con el método de Brown y Gibson, la alternativa elegida es la localización que recibe el mayor valor de medida de ubicación. Si se compara exclusivamente en función de valores objetivos, la opción puede cambiar. Por lo tanto, es muy importante considerar la superioridad con que serán calificados los factores subjetivos.

* Brown, P. A. y Gibson, D. F., "A Quantified Model for Facility Site Selection Application to a Multiplant Location Problem", AIIE transactions 4 (1). 1972

2.8 Métodos de evaluación por factores no cuantificables⁸

Son técnicas subjetivas que consideran factores cualitativos no cuantificados, entre las cuales destacan:

- **Antecedentes Industriales**. La cual supone que si una planta se instala en una zona que resulta adecuada para industrias similares, también lo será para ella.
- **Factor Preferencial**. Se basa únicamente en la preferencia de una o más personas que tienen la capacidad de decidir, como pueden ser los dueños o directivos.
- **Factor Dominante**. Este factor aplica para empresas que no tienen alternativas de localización, como las dedicadas a la minería o al petróleo.

2.9 Errores frecuentes^{3,9}

La deficiente recolección de datos es la principal causa de los errores de la selección, lo que se manifiesta generalmente en costos excesivamente altos, debidos a una ubicación aparentemente buena del lugar, a medios de transporte insuficientes, a dificultades para captar mano de obra especializada en número suficiente, a la falta de agua o energía y a la incapacidad para deshacerse de desechos, entre otros factores.

Capítulo 3. Metodología y estudio de localización

3.1 Introducción

Así como se indicó en el capítulo 2 de este trabajo, el estudio de localización consta de dos etapas fundamentales, la macrolocalización y la microlocalización. La segunda etapa depende en gran medida de la primera, ya que teóricamente, la microlocalización se hará únicamente sobre los resultados que la macrolocalización arroje.

Sin embargo, en algunas ocasiones puede intervenir algún factor ajeno al estudio de localización durante el mismo proceso de selección de la ubicación debido a preferencias personales por parte de los dueños o directivos de la empresa.

Para este estudio, debido a que es un caso de aplicación real, los resultados obtenidos durante la primera etapa fueron modificados y complementados por peticiones propias de la empresa, gracias a la retroalimentación existente durante la duración de todo el proyecto, lo que ayudó a determinar de forma específica las necesidades particulares por parte de la misma, obteniendo así la información precisa para el desarrollo adecuado de la segunda etapa.

3.2 Metodología para la macrolocalización³

a) Recopilación de información para el estudio de localización de la planta.

Para tener un panorama de la posible localización geográfica de la nueva planta, se realizó un cuestionario en el cual se identificaron las principales problemáticas actuales, necesidades a cubrir y requerimientos deseables para la empresa.

b) Identificación y análisis de las zonas industriales para posible localización.

Se ubicaron y analizaron las diversas zonas donde es posible ubicar la nueva planta. Esto se realizó identificando la disposición geográfica de la zona Centro-Bajío, vías de comunicación e infraestructura para el desarrollo empresarial.

c) Definición de criterios para ponderar las opciones viables. Bajo el concepto de requerimientos y considerando las necesidades operativas de la empresa, se determinó una estructura jerárquica dependiendo del tipo de variable y la importancia de éstas.

d) Propuesta preliminar para localización. En función de los factores analizados se establece una o más ubicaciones que se consideran viables, lo cual se realiza sin perder de vista las necesidades propias de la empresa.

3.3 Metodología para la microlocalización

a) Recopilación de información específica para la localización de la planta. Con la finalidad de ampliar la información respecto a los requerimientos dimensionales, distribución de espacios y logística para la ubicación de la planta, se tomó como base la información obtenida en la etapa anterior y se complementó con observaciones y requisiciones hechas por la misma empresa.

b) Identificación y análisis de los beneficios de las naves industriales disponibles para posible ubicación. Para esta etapa, se ubicaron y analizaron los diversos parques industriales disponibles en las zonas deseadas. Esto se realizó de forma directa intercambiando información con todos los parques disponibles, con base en las necesidades a satisfacer.

c) Incentivos y programas de apoyo que ofrecen los gobiernos correspondientes para promover la industria. Una parte importante en el desarrollo de este estudio es obtener información referente a los tipos de incentivos económicos y apoyos que se ofrece a la industria en cada entidad.

d) Análisis de la mano de obra especializada por Estado. En este paso se presentan algunas de las instituciones más importantes por Estado enfocadas a la preparación de personal técnico, así como también un análisis de la cobertura a nivel nacional.

e) Propuesta final para localización. En función de los factores analizados se establecen las mejores alternativas de ubicación.

3.4 Macrolocalización

a) Recopilación de información para el estudio de localización de planta.

Esta etapa se fundamentó de un cuestionario que involucró conocer las necesidades actuales de la planta, factores de costo, áreas físicas actualmente disponibles, logística requerida, localización de clientes/proveedores y beneficios que tendría una nueva ubicación. Lamentablemente, como se puede observar a continuación en el cuestionario aplicado, no toda la información fue proporcionada por la empresa, lo que orilló a realizar el estudio sólo con la información disponible:

Cuestionario aplicado a la empresa para la obtención de información:

1. Localización geográfica de los clientes y proveedores más importantes.

La mayor parte de nuestros proveedores y clientes se encuentran en el DF y Edo. de México. Dentro de los planes de la empresa esta incursionar en el mercado del bajío: Querétaro, San Luis, Celaya, etc.

El nivel de facturación promedio (aproximada) es de 45-50 % para el Distrito Federal, 15 % para la planta del Estado de México, 4-5 % para Baja California y 7 % para el resto de ellas.

2. Qué factores de costo son los más importantes para trasladar la empresa.

Valor de la renta o venta del predio, servicios y mano de obra calificada.

3. Problemas que orillaron a tomar la decisión de cambio.

Son diversos factores:

En primer lugar está el espacio de operación: La nave actual resulta insuficiente para realizar correctamente las operaciones de la empresa, sobre todo para el área de maquinaria que por su esencia requiere de instalaciones mayores para el ensamble y prueba de sus equipos.

Un segundo factor es buscar una identidad propia, ya que por la ubicación actual los clientes nos consideran como un taller de Zapata Hermanos no como una unidad de negocio independiente.

El tercer factor es buscar certificaciones de calidad, ecológicas a demás de cumplir al 100% programas de la secretaria de trabajo, residuos peligrosos etc. Aplicables a giro de la empresa.

4. Costos de transportación por volumen y distancia, por enviar y recibir material.

Variado, dependiendo mucho de la ubicación del cliente y tipo de producto a transportar.

5. El volumen de embarque a cada cliente y a cada proveedor.

Variado, puede ser desde una pequeña refacción hasta una máquina de mucho volumen que requieren de maniobras especializadas. No obstante el 25% de nuestros envíos se realizan por líneas de transporte consolidadas con carga de plantas filiales ubicadas en Huehuetoca Estado de México y D.F., 30% por servicio de paquetería, 30% más por mensajería propia (solo dentro de la periferia DF-Estado de México) y el restante por transportes de carga con maniobra especializada.

6. Medios y tipos (características) de transporte para recepción-entrega de material.

Se describe en la respuesta anterior.

7. Formas para atacar el problema del traslado de la mano de obra especializada, es decir, contratación de nuevo personal, incentivos, problemas con el sindicato, vivienda para los trabajadores, etc.

Se trabaja en un estudio para saber las condiciones actuales del personal que en determinado momento podría considerarse en el traslado, sin embargo, necesitamos obtener opciones de la ubicación futura de la empresa para ver las condiciones a ofrecer.

8. Importancia de la cercanía al proveedor y al cliente.

Alta para el caso de las dos plantas filiales ubicadas en el Estado de Méx. Y DF., aunque para el caso de proveedores su mayoría tienen la matriz en el interior de la república como el Bajío.

9. Problemas ambientales y legales que se han enfrentado.

Por estrategia se ha manejado como parte de la filial del grupo al que pertenece.

10. Servicios indispensables para la empresa (agua, energía, servicios médicos, etc.)

Los servicios normales, no requieren algún servicio especial.

11. Superficie requerida para la nueva ubicación.

Es necesario realizar un estudio considerando un crecimiento futuro, no hay un espacio determinado. Pero el espacio que se tiene actualmente, es de aproximadamente 1600 m²

12. Limitaciones respecto a alguna ubicación en específico.

Los puntos mencionados anteriormente.

13. Cantidad dispuesta a invertir en el proyecto o en la adquisición del terreno.

No cuantificada aun, esto dependerá de las ofertas que se llegaran a encontrar en la zona que se determine será la nueva ubicación de la Empresa.

14. Cualquier otro criterio importante para la empresa como tipo de suelo, condiciones de vida, rentas, medios de comunicación, vías de acceso, vivienda, educación, etc.

Lo principal es la parte de la logística, se requieren accesos rápidos a vías de comunicación.

15. Posibilidad de una ampliación futura para contemplar un terreno con mayor capacidad.

Dependerá del estudio del punto 11.

16. ¿Cuáles son los principales beneficios que se pretenden obtener con el cambio de ubicación?

Principalmente los mencionados en el punto 3:

- *Mayor área para crecimiento*
- *Mayor espacio para el desarrollo de las operaciones*
- *Independencia de la compañía*
- *Imagen ante el mercado*

17. Indicar los niveles requeridos (cantidad, potencia, etc.) de los servicios indispensables para la empresa (agua, energía, etc.) (sin respuesta)

18. ¿Existe algún servicio especializado (como mantenimiento a maquinaria) de importancia para el cual la cercanía a éste sea vital? (sin respuesta)

19. Indicar cuál de las siguientes consideraciones locales son de mayor importancia:

- *Seguridad*
- *Cercanía a otros complejos industriales que represente mercado para el giro de la empresa*
- *Subcontratistas o maquiladores*
- *Conocer la actividad de la zona (mencionar alguna preferencia)*
- *Incentivos de Impuestos*
- *Capacidad de alojamiento y/o de transportación para el personal*
- *Otros (favor de indicar)*
(sin respuesta)

Del cuestionario se derivan los siguientes puntos como principales objetivos a satisfacer:

- *Localización geográfica de clientes y proveedores*
- *Espacio actual de operación insuficiente*
- *Logística para accesos rápidos a vías de comunicación*
- *Mano de obra capacitada*

En función de las necesidades planteadas se estableció que la zona que comprende el centro-bajío abarca los siguientes Estados:

- ✓ Aguascalientes
- ✓ Estado de México
- ✓ Guanajuato
- ✓ Hidalgo
- ✓ San Luís Potosí
- ✓ Jalisco
- ✓ Querétaro

En cuanto a la cuestión de logística es necesario contemplar factores como:

- ✓ Cercanía a vías de comunicación
- ✓ Disponibilidad de naves industriales
- ✓ Costo del inmueble
- ✓ Infraestructura

Además ésta información se complementó con la ubicación de otras plantas del grupo al que pertenece la empresa, al considerarlas como sus clientes.

b) Identificación y análisis de las zonas industriales para posible localización.

El análisis para determinar la ubicación idónea se realizó bajo el supuesto de que los principales clientes de la empresa para la cual se hizo el estudio, son las plantas del mismo grupo al que pertenece, bajo esta asignación se llevó a cabo el modelo para obtener el centro de gravedad, el cual es el punto medio de todos los elementos. A partir de esto, se ubicaron geográficamente las plantas en la tabla 3.1

Tabla 3.1 Ubicación de plantas del grupo al que pertenece la empresa

PLANTAS* (Clientes)	UBICACIÓN	Facturación (%)
Envases y Plásticos de Baja California S.A. de C.V.	Ensenada, B.C	4 - 5
Industrial Semarten S.A.	Cd. Delicias Chihuahua	7
Plástico Hermanos Sucursales S.A. de C.V.	México, D.F.	45 - 50
Industria del Envase S.A. de C.V.	Huehuetoca, Edo. de México	15
Planta del Envase	Manzanillo, Colima	7
Envases de Plástico S.A.de C.V.	San Nicolás de Los Garza, Nuevo León	7
Envases y Recipientes S.A. de C.V	Culiacán, Sinaloa	7
Envases de Metal S.A de C.V.	Matamoros, Tamaulipas	7

* Nota: los nombres de las empresas fueron cambiados por cuestiones de privacidad de la empresa.

Aplicación del método del centro de gravedad

Para obtener el centro de gravedad real, se utilizó un programa gratuito en la red de Internet* el cual proporciona las coordenadas geográficas de un determinado lugar. Así, se obtuvieron las coordenadas aproximadas (tabla 3.2) de cada uno de los sitios en donde se encuentran ubicadas las plantas del grupo:

Tabla 3.2 Coordenadas de las ubicaciones de las plantas del grupo*

PLANTAS (Clientes)	UBICACIÓN	COORDENADAS	
		LATITUD	LONGITUD
Envases y Plásticos de Baja California S.A. de C.V.	Ensenada, B.C	31°52'20"	116°36'24"
Industrial Semarten S.A.	Cd. Delicias Chihuahua	28°11'23"	105°28'26"
Plástico Hermanos Sucursales S.A. de C.V.	México, D.F.	19°28'56"	99°6'31"
Industria del Envase S.A. de C.V.	Huehuetoca, Edo. de México	19°49'17"	99°11'43"
Planta del Envase	Manzanillo, Colima	19°5'23"	104°15'28"
Envases de Plástico S.A. de C.V.	San Nicolás de Los Garza, Nuevo León	25°44'58"	100°18'1"
Envases y Recipientes S.A. de C.V.	Culiacán, Sinaloa	24°42'36"	107°23'6"
Envases de Metal S.A. de C.V.	Matamoros, Tamaulipas	25°51'41"	97°30'7"

* Programa utilizado en la red: <http://earth.google.es/>

Posteriormente, estas coordenadas obtenidas en grados sexagesimales, se transformaron a forma decimal para poder manejarlas más fácilmente, obteniendo como resultado las coordenadas, en forma decimal, del centro de gravedad real (tabla 3.3):

Tabla 3.3 Centro de gravedad sin ponderación

Lugar	Sistema ponderado	Sistema de red de coordenadas	
		Latitud	Longitud
Ensenada, B.C	1	31.8722	116.6069
Cd. Delicias Chih.	1	28.1899	105.474
México, D.F.	1	19.4823	99.109
Huehuetoca, Edo. de México	1	19.8214	99.1953
Manzanillo, Colima	1	19.0899	104.2578
San Nicolás de Los Garza, Nuevo León	1	25.7495	100.3
Culiacán, Sinaloa	1	24.71	107.3853
Matamoros, Tamaulipas	1	25.8616	97.5019
Total	8		
	Latitud	24.3471	
	Longitud	103.728775	

Las coordenadas del centro de gravedad, que se transforman nuevamente en grados sexagesimales para poder obtener, a partir del programa utilizado de la red, el punto correspondiente, resultan:

Latitud: 24°20'49"

Longitud: 103°43'44"

Que dan el punto marcado como CG Real en la figura 3.1 que se muestra más adelante y el cual se situó en el norte del Estado de Zacatecas, siendo Fresnillo la ciudad próxima de mayor importancia ubicada hacia el sur, a 130 [Km] de este punto.

Tomando en cuenta las necesidades por parte de la empresa expuestas con anterioridad, la localización resulta poco viable ya que esta zona no cuenta con infraestructura industrial¹¹. Lo que obliga a realizar un segundo análisis del método del centro de gravedad empleando otro criterio.

Un nuevo análisis, en el cual se consideró como base la información proporcionada en el cuestionario donde se menciona que los principales clientes y proveedores se encuentran en el área metropolitana, y haciendo uso de un *factor de ponderación*, el cual da mayor valor a las plantas localizadas en esta región (tabla 3.4), arroja los siguientes resultados:

Tabla 3.4 Factor de importancia de las plantas

FACTOR DE PONDERACIÓN*	PLANTAS	UBICACIÓN
1	Envases y Plásticos de Baja California S.A. de C.V.	Ensenada, B.C
2	Industrial Semarten S.A.	Cd. Delicias Chih.
12	Plástico Hermanos Sucursales S.A. de C.V.	México, D.F.
4	Industria del Envase S.A. de C.V.	Huehuetoca, Edo. de México
2	Planta del Envase	Manzanillo, Colima
2	Envases de Plástico S.A. de C.V.	San Nicolás de Los Garza, Nuevo León
2	Envases y Recipientes S.A. de C.V.	Culiacán, Sinaloa
2	Envases de Metal S.A. de C.V.	Matamoros, Tamaulipas

Este factor de ponderación, consiste en la aplicación de un criterio que establece la importancia que tiene como cliente cada una de las plantas y que se determina a partir de los porcentajes de facturación para cada una de las plantas.

* En la parte correspondiente al anexo de este trabajo, se encuentra cómo se obtuvo el dicho factor, así como las consideraciones involucradas.

En la tabla 3.5, se obtiene el centro de gravedad ponderado, que consiste únicamente en la multiplicación del factor ponderado por cada una de las coordenadas correspondientes:

Tabla 3.5 Centro de gravedad con ponderación

Lugar	Sistema ponderado	Sistema de red de coordenadas		Sistema ponderado de red de coordenadas	
		Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
Ensenada, B.C	1	31.8722	116.6069	31.8722	116.6069
Cd. Delicias Chih.	2	28.1899	105.474	56.3798	210.948
México, D.F.	12	19.4823	99.109	233.7876	1189.308
Huehuetoca, Edo. de México	4	19.8214	99.1953	79.2856	396.7812
Manzanillo, Colima	2	19.0899	104.2578	38.1798	208.5156
San Nicolás de Los Garza, Nuevo León	2	25.7495	100.3	51.499	200.6
Culiacán, Sinaloa	2	24.71	107.3853	49.42	214.7706
Matamoros, Tamaulipas	2	25.8616	97.5019	51.7232	195.0038
Total	27				
				Latitud	21.9313778
				Longitud	101.204967

Así, transformando nuevamente las coordenadas, se obtiene:

Latitud: 21° 55' 53"

Longitud: 101° 12' 18"

Que arrojan el punto marcado como CG Ponderado en la figura 3.1 el cual marca el punto de partida para la elaboración del estudio conforme a estas nuevas consideraciones, este nuevo centro de gravedad se encuentra localizado al sur del Estado de San Luís Potosí.

Dicha zona resulta conveniente para una posible ubicación de la planta, ya que ésta cuenta con infraestructura industrial, vías de comunicación de acceso rápido, aeropuerto internacional, cercanía con centros industriales, mano de obra calificada y además un potencial centro de negocio para expansión empresarial^{12,13}.

En la figura mostrada a continuación (figura 3.1), se muestran las ubicaciones aproximadas de las diferentes plantas, así como las localizaciones obtenidas a partir del método mencionado anteriormente:



Figura 3.1 Ubicación geográfica de las plantas del grupo y centros de gravedad obtenidos

Por otro lado, y acorde al estudio desarrollado, se planteó como posibilidades ubicar los principales centros industriales de los Estados comprendidos como centro-bajío con la finalidad de ofrecer alternativas independientemente de la que se obtuvo con anterioridad. Esta parte del estudio consta de ubicar los diferentes parques industriales en uso y el costo y la disponibilidad de las naves con las que

cuentan, eliminando todos aquellos que no resulten viables debido a la falta de espacio disponible.

Las tablas 3.6-12 muestran los parques o zonas industriales que representan una posible opción para cada uno de los Estados involucrados¹⁴ en la zona en cuestión, es decir, la zona centro-bajío.

En ellas se presenta la información de mayor relevancia para esta primera etapa del estudio. Dentro de los factores considerados, se encuentran:

Municipio y/o ubicación: para tener una mejor idea de la localización dentro de cada uno de los Estados.

Naves para venta y/o renta: los parques industriales que simplemente no tenían espacio disponible ni para rentar ni para vender, no fueron considerados. Así, aparecen únicamente los que cuentan con alguna opción disponible para su consideración.

Precio por metro cuadrado: con base en el precio de renta de la nave industrial, se hará posteriormente una evaluación para conocer cuáles son las mejores opciones. El precio juega un papel muy importante debido al factor económico que representa.

Tamaño de naves disponibles: la empresa cuenta actualmente con un espacio aproximado de 1600 m² que ya resulta insuficiente. Por lo que las mejores opciones serán las que tengan disponibles áreas de entre 2500 y 3500 m² por dos motivos esenciales, el primero es eliminar los problemas ocasionados por la falta de espacio actual y, el segundo, tener espacio disponible para un crecimiento futuro.

Distancia a la ciudad más importante y vías de comunicación: con estas distancias se conocerán las ventajas y/o desventajas logísticas que cada una de las ubicaciones ofrecen a la empresa.

Todos estos factores se resumen en las tablas correspondientes de cada Estado.

Desafortunadamente, en algunas tablas se pueden observar espacios con la leyenda “no disponible”, lo que se debe a la falta de información y/o falta de comunicación con las fuentes consultadas.

Además, cuando un parque industrial cuenta con las opciones de vender y rentar, como se puede observar en algunos casos, las fuentes consultadas no hicieron distinción de precios entre la compra y la renta de una nave y aunque se trato de establecer contacto para esclarecer las dudas, no existió respuesta alguna por parte de ellas. Lo que orilló a no hacer distinción entre precios de venta o renta a la hora de utilizar dicho factor para la selección de las mejores alternativas de ubicación, como se puede observar más adelante.

Para el Estado México (tabla 3.6) se consideró solamente la zona norte, en virtud de la cercanía con las plantas de Huehuetoca y Distrito Federal.

Tabla 3.6 Parques industriales ubicados en el Estado de México

ESTADO DE MÉXICO		
CARACTERÍSTICAS	ZONA INDUSTRIAL BARRANCA PRIETA (1)	ZONA INDUSTRIAL SALITRILLO (2)
Municipio/Ubicación	Huehuetoca	Huehuetoca
Naves para venta	No	Si
Naves para renta	Si	No
Precio por m ²	\$250.00	\$100.00
Tamaño de naves para venta/renta [m ²]	no disponible	no disponible
Distancia a la ciudad más importante próxima	Huehuetoca 1[km]	Huehuetoca 3.5[km]
Distancia a las vías de comunicación	Autopista México-Querétaro 5[km]	Autopista México-Tula 1[km]

Tabla 3.7 Parques industriales ubicados en el Estado de Aguascalientes

AGUASCALIENTES				
CARACTERÍSTICAS	PARQUE INDUSTRIAL DEL CALVILLO (1)		PARQUE SAN FRANCISCO I, II Y III (2)	
Municipio/Ubicación	Calvillo		San Francisco de los Romos	
Naves para venta	Si		Si	
Naves para renta	No		No	
Precio por m ²	\$250.00(crédito 24 meses) \$200.00 contado		\$275.00 (crédito 12 meses) \$220.00 contado	
Tamaño de naves para venta/renta [m ²]	1	704	3	4,000
	3	1,000	1	5,200
	3	1,350	1	6,100
	9	1,500	1	7,120
	1	1,881	1	7,320
	1	2,700	3	7,900
	1	2,900	6	10,000
	6	3,200	1	13,800
	1	3,469	1	17,800
	4	4,200	1	20,000
	1	4,492	1	23,300
	1	4,600	2	29,000
	1	7,010	1	39,000
	1	7,760	1	50,000
	1	8,364		
	1	12,239		
1	15,160			
Distancia a la ciudad más importante, próxima	Aguascalientes 52[km]		Aguascalientes 17.5[km]	
Distancia a las vías de comunicación	A pie de carretera federal poniente, 70[km]		Acceso a carretera México-Cd. Juárez	

Tabla 3.8 Parques industriales ubicados en el Estado de Hidalgo

HIDALGO								
CARACTERÍSTICAS	CONJUNTO INDUSTRIAL CANTERAS (1)		PARQUE INDUSTRIAL ATITALAQUIA (2)		PARQUE INDUSTRIAL HIDALGO (3)		PARQUE INDUSTRIAL TEPEJI (4)	
Municipio/Ubicación	Tepeji del Río de Ocampo		Atitalaquia		Tepeapulco		Tepeji del Río de Ocampo	
Naves para venta	Si		Si		Si		Si	
Naves para renta	No		Si		No		Si	
Precio por m ²	\$300.00		\$325.00		\$240.00		\$380.00	
Tamaño de Naves para venta/renta [m ²]	5	5,200	10	5,000	10	1,000,000	12	712,000
			2	11,000				
			2	20,000				
			2	10,000				
Distancia a la ciudad más importante próxima	Tula 30[km]		Tula 8[km]		Tulancingo 60[km]		Cd. México 60[km]	
Distancia a las vías de comunicación	Autopista México-Querétaro, 2[km]		Carretera federal Jorobas-Tula, 0[km]		Carretera federal Tepeapulco-Calpulalpan, 1[km]		Autopista México-Querétaro, 0[km]	

Tabla 3.9 Parques industriales ubicados en el Estado de Guanajuato

GUANAJUATO												
CARACTERÍSTICAS	CIUDAD INDUSTRIAL DE LEÓN (1)		FIDEICOMISO CIUDAD INDUSTRIAL CELAYA (2)		FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL EL VERGEL (3)		PARQUE INDUSTRIAL SANTA ROSA (4)		PARQUE INDUSTRIAL Y DE NEGOCIOS LAS COLINAS (5)		PARQUE OPCIÓN (6)	
Municipio/Ubicación	León		Celaya		Celaya		León		Silao		San José Iturbide	
Naves para venta	Si		Si		Si		Si		Si		Si	
Naves para renta	No		No		No		Si		No		No	
Precio por m ²	\$240.00		\$120.00		\$150.00		no disponible		\$385.00		\$165.00	
Tamaño de naves para venta/renta [m ²]	4	2,000	1	2,000	20	3,000	26	3,000	5	40,000	8	2,593,136
	6	10,000	13	2,500	27	2,300						
Distancia a la ciudad más importante próxima	Irapuato 67 [km]		Irapuato 72 [km]		Irapuato 72 [km]		León 3 [km]		No disponible		San José Iturbide 8 [km]	
Distancia a las vías de comunicación	Maxipista León-Aguascalientes 3[km]		Autopista Querétaro-Irapuato 1[km]		Autopista Querétaro-Irapuato 3[km]		Maxipista León-Aguascalientes 0.5[km]		No disponible		No disponible	

Tabla 3.10 Parques industriales ubicados en el Estado de San Luís Potosí

SAN LUÍS POTOSÍ							
PARQUES INDUSTRIALES CARACTERÍSTICAS	PARQUE INDUSTRIAL PUEBLO VIEJO (1)	PARQUE INDUSTRIAL TRES NACIONES (2)		ZONA INDUSTRIAL SLP (3)	ZONA INDUSTRIAL DEL POTOSÍ (4)	ZONA INDUSTRIAL VILLA DE REYES (5)	
Municipio/Ubicación	Mexquitic de Carmona	S.L.P.		S.L.P.	S.L.P.	S.L.P.	
Naves para venta	Si	Si		Si	Si	Si	
Naves para renta	No	Si		No	No	No	
Precio por m ²	no disponible	\$300.00		\$240.00	\$240.00	\$190.00	
Tamaño de naves para venta/renta [m ²]	no disponible	1	2,810	no disponible	no disponible	8	71,912
		2	8,700				
		1	9,836				
		1	12,100				
		1	10,900				
		2	14,000				
		1	4,300				
		9	16,000				
		1	20,000				
Distancia a la ciudad más importante próxima	San Luís Potosí 12.5[km]	San Luís Potosí 12.5[km]		San Luís Potosí 6[km]	San Luís Potosí 20[km]	San Luís Potosí 9[km]	
Distancia a las vías de comunicación	San Luís Potosí-Zacatecas, 0[km]	San Luís-Querétaro-México, 0[km]		Carretera 57, 0.1[km]	Carretera 57, 0.1[km]	Carretera 57, 34[km]	

Tabla 3.11 Parques industriales ubicados en el Estado de Jalisco

JALISCO												
PARQUES INDUSTRIALES CARACTERÍSTICAS	COMPLEJO INDUSTRIAL INTERMEX (1)	EL BOSQUE I (2)	GUADALAJARA TECHNOLOGY PARK (3)	PARQUE INDUSTRIAL BELENES NORTE (4)	PARQUE INDUSTRIAL BUGAMBILIAS (5)	PARQUE INDUSTRIAL GUADALAJARA (6)	PARQUE INDUSTRIAL SAN AGUSTÍN (7)	PARQUE INDUSTRIAL SAN JORGE (8)	VALLARTA PARQUE INDUSTRIAL (9)			
Municipio/Ubicación	Tlaquepaque	Tlaquepaque	Zapopan	Zapopan	Tlajomulco de Zuñiga	El Salto	Guadalajara	Tlajomulco de Zuñiga	Zapopan			
Naves para venta	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si			
Naves para renta	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si			
Precio por m ²	no disponible	no disponible	\$1,685.00	\$850.00	\$820.00	\$900.00	\$560.00	\$560.00	\$900.00			
Tamaño de naves para venta/renta [m ²]	2	26,000	no disponible	no disponible	57	5,000	8	3,300	no disponible	1	26,000	no disponible
					7	15,000	3	5,000				
							1	7,700				
Distancia a la ciudad más importante próxima	Tlaquepaque 11,5[km]	Tlaquepaque 10[km]	Zapopan 13[km]	Guadalajara 1,5[km]	Guadalajara 15[km]	Guadalajara 7[km]	no disponible	Tlajomulco de Zuñiga 25[km]	Zapopan 17[km]			
Distancia a las vías de comunicación	Autopista a Morelia 2 [km]	Autopista Manzanillo 2[km]	no disponible	Carretera federal Guadalajara-Méx. 12 [km]	Autopista Guadalajara-Méx., 20[km]	Autopista Guadalajara-Méx., 5[km]	Carretera Guadalajara-Colima 0 [km]	Carretera Guadalajara Chapala 0 [km]	Autopista Manzanillo 23 [km]			

Tabla 3.12 Parques industriales ubicados en el Estado de Querétaro

QUERÉTARO																
PARQUES INDUSTRIALES CARACTERÍSTICAS	CIUDAD INDUSTRIAL BENITO JUÁREZ (1)		NUEVO PARQUE SAN JUAN DEL RÍO (2)		PARQUE IND. BERNARDO QUINTANA ARRIJOJA (3)	PARQUE IND. EL MARQUÉS (4)		PARQUE IND. ELTEPEYAC (5)		PARQUE IND. LA NORIA (6)		PARQUE IND. QUERÉTARO (7)		PARQUE IND. VALLE DE ORO (8)		PARQUE MICROINDUSTRIAL Y DE ALMACENAJE SAN PEDRITO (9)
Municipio/Ubicación	Querétaro		San Juan del Río		El Marqués	El Marqués		El Marqués		El Marqués		Querétaro		San Juan del Río		Querétaro
Naves para venta	Si		Si		Si	Si		Si		Si		No		Si		No
Naves para renta	Si		No		Si	Si		Si		No		Si		Si		Si
Precio por m ²	\$400		\$130		\$150	no disponible		\$290		\$120		\$370		\$550		\$3,500
Tamaño de naves para venta/renta [m ²]	1	7,000	1	5157	no disponible	4	341,683	1	10,000	1	10,000	1	1,990	4	5,000	no disponible
	1	12,000	1	9784				2	16,000	1	13,356					
			1	23,566												
Distancia a la ciudad más importante próxima	Querétaro 5[km]		San Juan del Río 1[km]		Querétaro 15[km]	Querétaro 12[km]		Querétaro 24[km]		Querétaro 7[km]		Querétaro 20[km]		Querétaro 50[km]		El Marqués 18[km]
Distancia a las vías de comunicación	Autopista Panamericana 0.5 [km]		Autopista y carretera federal 0.2 [km]		Sobre autopista México-Querétaro Km 14	Sobre autopista México-Querétaro Km 3		Autopista y carretera federal Méx.-Querétaro 8.5[km]		Autopista y carretera federal Méx.-Querétaro 0[km]		Carretera federal La Constitución 0 [km]		no disponible		Autopista Méx. Qro Constitución No 57, 5 [km]

c) Definición de criterios para ponderar las opciones viables.

En esta parte del estudio se busca identificar las mejores opciones, en razón del costo, tamaño de lote y ubicación relativa (Estado al que pertenece cada parque industrial) respecto al centro de gravedad obtenido.

Los valores asignados fueron establecidos bajo los siguientes criterios:

- a) 4 – excelente
- b) 3 – muy bueno
- c) 2 – bueno
- d) 1 – regular
- e) 0 – malo

En donde, tomando como base los costos obtenidos de los precios por metro cuadrado, ya sea para venta o para renta, de cada uno de los parques industriales contemplados, se establecieron distintos rangos, es decir, los costos más bajos obtendrán las calificaciones más altas (tabla 3.13):

Estos rangos, se establecieron con ayuda de la empresa, la cual tomó en consideración la cantidad dispuesta a invertir y sus posibilidades económicas.

Tabla 3.13 Criterios para ponderación de opciones conforme al costo.

Calificación	Costo \$
4 – Excelente	1-200
3 – Muy bueno	201-350
2 – Bueno	351-500
1 – Regular	501-1000
0 – Malo	1001 en adelante

De la misma forma, utilizando el mismo criterio de calificaciones que para el costo, la tabla 3.14 muestra, por un lado, los rangos conforme al tamaño de la nave industrial, otorgando la mejor calificación al área comprendida entre 2000 y 3500 metros cuadrados, ya que como se mencionó con anterioridad, esta área resulta la más adecuada tanto para la buena operación de la empresa como para un crecimiento a mediano plazo de la misma y, por otro lado, le da la puntuación más alta a los parques industriales ubicados en el Estado en donde el centro de gravedad ponderado está ubicado, que para este caso es San Luis Potosí.

Tabla 3.14 Criterios para ponderación de opciones conforme al tamaño de la nave industrial y al Estado al que pertenecen los parques industriales.

Calificación	Tamaño de la nave [m ²]	Estado al que pertenecen
4 – Excelente	2000-3500	San Luis Potosí
3 – Muy bueno	3501-4000	Querétaro, Guanajuato
2 – Bueno	4001-4500	Aguascalientes, Jalisco
1 – Regular	4501-5000	Hidalgo
0 – Malo	5000 en adelante	Edo. México

La tabla 3.15 muestra el compendio de todos los parques industriales que se analizaron, evaluando cada parámetro de acuerdo a las calificaciones mencionadas.

Para conocer cuales son las mejores opciones, se utilizó una matriz de decisión (tabla 3.15), en la cual se evalúan dichas características y en donde se presenta la calificación total, que es la suma de todas las puntuaciones obtenidas para cada uno de los parques industriales, siendo las mejores opciones aquellas que tengan una puntuación total mayor o igual que 10 o las más altas de cada Estado, como en el caso de Guanajuato, donde se tomaron únicamente las dos opciones con calificación mayor.

Tabla 3.15 Matriz de decisión. Compendio de todos los parques industriales

PARQUES INDUSTRIALES	EDO DE MÉX	AGS	HIDALGO	GUANAJUATO						SAN LUÍS POTOSÍ					JALISCO						QUERETARO																
Parque	CALIFICACIÓN																																				
	1	2	1	2	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Costo de la nave	3	4	4	3	3	3	3	2	3	4	4	2	2	4	3	3	3	3	4	2	2	0	1	1	1	1	1	1	2	4	4	2	3	4	2	1	0
Tamaño de la nave	2	2	4	3	0	1	0	0	4	4	4	4	0	0	2	4	2	2	0	0	2	2	2	1	4	2	0	0	0	1	2	0	0	0	4	1	2
Distancia con respecto al centro de gravedad	0	0	2	2	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Suma	5	6	<u>10</u>	8	4	5	4	3	10	<u>11</u>	<u>11</u>	9	5	7	9	<u>11</u>	9	9	8	4	6	4	5	4	7	5	3	3	5	8	8	5	6	7	9	5	5

A manera de ejemplo, tomando el parque numero 2 de San Luis Potosí, se puede observar que la calificación que recibe en cuanto al costo es de 3, debido a que el precio por metro cuadrado en esta opción es de \$ 300; en tamaño de la nave recibe un 4 ya que el tamaño de la nave está dentro de los límites establecidos; y un 4 en cuanto a la distancia respecto al centro de gravedad por estar ubicado precisamente en el Estado donde el centro de gravedad está localizado.

d) Propuesta preliminar para macrolocalización.

Con los datos obtenidos en la matriz de decisión, resultan como las mejores propuestas las mostradas en la tabla 3.16, que muestra los parques que obtuvieron mayor puntaje. Como primera opción se tiene el Parque Industrial Tres Naciones que se encuentra en el estado de San Luis Potosí, dado que es el que se encuentra a menor distancia del centro de gravedad, además de cubrir las características calificadas deseables. La opción dos y tres se encuentran ubicadas en Guanajuato, corresponden a los parques Fideicomiso Ciudad Industrial Celaya y Fraccionamiento Industrial El Vergel ambos en el municipio de Celaya, la cuarta opción es el Parque Industrial del Calvillo localizado en Aguascalientes.

Tabla 3.16 Opciones más viables para la propuesta preliminar

Opciones	Opción 1		Opción 2		Opción 3		Opción 4	
CARACTERÍSTICAS	PARQUE INDUSTRIAL TRES NACIONES		FIDEICOMISO CIUDAD INDUSTRIAL CELAYA (2)		FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL EL VERGEL (3)		PARQUE INDUSTRIAL DEL CALVILLO (1)	
Estado	SAN LUÍS POTOSÍ		GUANAJUATO		GUANAJUATO		AGUASCALIENTES	
Municipio/Ubicación	SLP		Celaya		Celaya		Calvillo	
Naves para venta	Si		si		si		si	
Naves para renta	Si		no		no		no	
Precio por m ²	\$300.00		\$120.00		\$150.00		\$250.00(crédito 24 meses) \$200.00 contado	
Tamaño de naves para venta [m ²]	1	2,810	1	2,000	20	3,000	1	704
	2	8,700	13	2,500	27	2,300	3	1,000
	1	9,836					3	1,350
	1	12,100					9	1,500
	1	10,900					1	1,881
	2	14,000					1	2,700
	1	4,300					1	2,900
	9	16,000					6	3,200
	1	20,000					1	3,469
						4	4,200	
Distancia a la ciudad más importante próxima	San Luis Potosí 12.5[km]		Irapuato 72 [km]		Irapuato 72 [km]		Aguascalientes 52[km]	
Distancia a las vías de comunicación	San Luis-Querétaro-México, 0[km]		Autopista Querétaro-Irapuato, 1[km]		Autopista Querétaro-Irapuato, 3[km]		A pie de carretera federal poniente, 70[km]	

3.5 Microlocalización

3.5.1 Introducción

La microlocalización, la cual indicará cuales son las mejores opciones de localización dentro de las zonas elegidas durante la macrolocalización, no corregirá los errores en los que se haya incurrido durante la primera parte de este estudio, por lo que una vez concluida dicha etapa, los resultados obtenidos fueron presentados y discutidos con los directivos de la empresa para conocer a fondo sus expectativas y su opinión acerca de las opciones presentadas para su nueva ubicación.

Así, después de analizar los resultados, las autoridades correspondientes por parte de la empresa, decidieron modificar los resultados obtenidos durante la macrolocalización, dejando fuera del estudio al Estado de Aguascalientes y contemplando el Estado de Querétaro.

De esta forma, y por razones particulares de la empresa, el estudio correspondiente a la microlocalización, contemplará sólo a los Estados de Querétaro, San Luis Potosí y Guanajuato, pero únicamente en el municipio de Celaya.

a) Recopilación de información específica para la localización de la planta

En esta etapa se estableció nuevamente contacto con la empresa para conocer las principales características que ésta requiere para su buen funcionamiento, así como cualquier otra necesidad por cubrir, obteniendo como resultado lo siguiente:

- Se requiere de un área disponible mínima de 2500 [m²], estableciendo un máximo de 5000 [m²]. Actualmente se cuenta con 1600 [m²] y resulta insuficiente
- Alimentación de energía eléctrica de 220, 440 [V].
- Pisos nivelados sin presencia de vibración.
- Área de oficinas construidas si existe (de preferencia 300 m²).
- Manejo de solventes, pinturas y productos relacionados con estas.
- Precio actual de arrendamiento de la nave (la empresa no está interesada en opciones de compra).
- Planes de arrendamiento.
- Servicios en general: agua, teléfonos, sanitarios, etc.
- Otros.

Por otro lado, se requiere conocer las ofertas por parte del gobierno local de las posibles ubicaciones, los programas de incentivos económicos y apoyos brindados para las nuevas empresas.

b) Identificación y análisis de los beneficios de las naves industriales disponibles para posible ubicación

Con la información citada en el inciso anterior, se estableció contacto con todos los parques industriales ubicados en los Estados de Querétaro y San Luís Potosí, así como en la ciudad de Celaya.

Se presentan a continuación algunas características principales de dichos Estados, además, en la tablas 3.17, 3.18 y 3.19, se muestran los diferentes parques industriales que cuentan con lugares disponibles, así como también el área con la que cuentan para la posible ubicación de la naves, el costo de arrendamiento y los principales rasgos con los que cuentan.

Querétaro*

El estado de Querétaro, es uno de los Estados con mayor crecimiento en la industria manufacturera, cuenta con un mercado potencial de 45 millones de consumidores en un radio de 350 [km]. En el año 2006 el sector metal-mecánico y autopartes ocupó un 36.3 % del total de la distribución de la industria manufacturera y genera más de 30 mil empleos con poca rotación de personal. Aunado a esto, presenta importantes inversiones en infraestructura urbana, sólida seguridad pública, bajo índice delictivo y gran variedad de instalaciones recreativas.¹⁵

Tabla 3.17 Naves industriales disponibles en Querétaro

Opción	Ubicación	Precio de renta base [m2]	Área de la nave [m2]	Características principales
1	Parque Industrial Aeropuerto (1) Municipio El Marques	4.0 USD	4200	Acceso directo a las líneas ferroviarias del Pacífico Norte y del Noreste. Sin problemas de energía eléctrica. Adaptaciones de acuerdo a necesidades propias. Cuenta con todos los servicios. Patio de maniobras. Sin vibración.
2	Parque Industrial Querétaro (2) Municipio de Querétaro	4.0 USD	4740	Área de oficinas de 372 m ² . Sin problemas de energía. Contrato mínimo a 7 años. Adaptaciones de acuerdo a necesidades propias. Cuenta con todos los servicios. Patio de maniobras
3	Parque Industrial El Marques (3) Municipio El Marques	4.75 USD	2980	Área de oficinas de 180 m ² . Sin problemas de energía. Cuenta con todos los servicios. Patio de maniobras

En la figura 3.2, su puede observar claramente las ubicaciones de los tres parques industriales que cuentan con espacios disponibles actualmente. El primero es el parque industrial Aeropuerto (1), ubicado a unos cuantos kilómetros de la carretera libramiento a San Luis Potosí; el segundo de ellos, el parque industrial Querétaro (2), se encuentra localizado en el entronque de la carretera número 57 y la carretera libramiento a San Luis Potosí; y, finalmente, el parque industrial El Marques (3), está instalado sobre el kilómetro 195.5 de la carretera México-Querétaro.

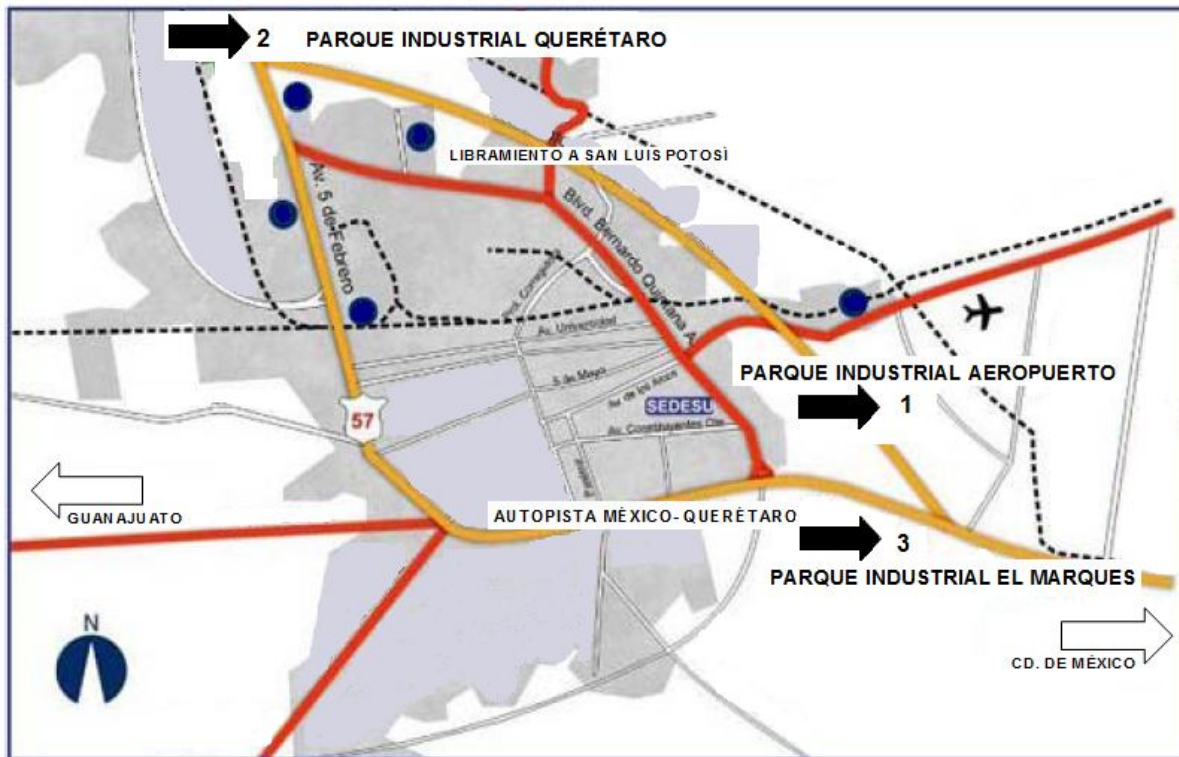


Figura 3.2 Ubicación de los parques industriales con naves disponibles en el Estado de Querétaro

* **Nota:** El análisis realizado se hace sobre este estado y no sobre Aguascalientes por decisión de la empresa a la cual se le realiza este estudio. Si se desea mayor información, favor de consultar el capítulo 4.

San Luis Potosí

El estado de San Luis Potosí ofrece grandes ventajas para la inversión, tales como: mano de obra especializada, clima laboral estable, buena ubicación geográfica e infraestructura que lo convierte en el centro de un mercado de aproximadamente 80 % de los consumidores nacionales y además cuenta con una economía en amplio potencial de crecimiento debido, entre otros factores, a las crecientes inversiones extranjeras.^{13,16}

Tabla 3.18 Naves disponibles en San Luís Potosí

Opción	Ubicación	Precio de renta base (m2)	Área de la nave (m2)	Características principales
1	Parque Industrial Logistik Free Trade Zone (1) Municipio de San Luís Potosí	4.25 USD	3672	Área de oficinas de 147 m ² . Sin problemas de energía. 6 andenes con rampas niveladoras. 25 cajones de estacionamiento pavimentados. Cuenta con todos los servicios.
2	Parque Industrial Pueblo Viejo (2) Municipio de Mexquitic de Carmona	4.0 USD	4800	Área de oficinas de 300 m ² . Subestación eléctrica, cisterna, estacionamiento privado y público, mantenimiento de áreas externas y vigilancia las 24 hrs.

En la figura 3.3 se muestran las ubicaciones de los dos parques industriales que cuentan con espacios disponibles. El primero de ellos, el parque industrial Logistik Free Trade Zone, se ubica a unos minutos del entronque entre las carreteras numero 57 y 570. El segundo, el parque industrial Pueblo Viejo, se localiza en la carretera San Luis Potosí-Zacatecas Km. 12.5. Ambos cercanos del centro de San Luis Potosí.

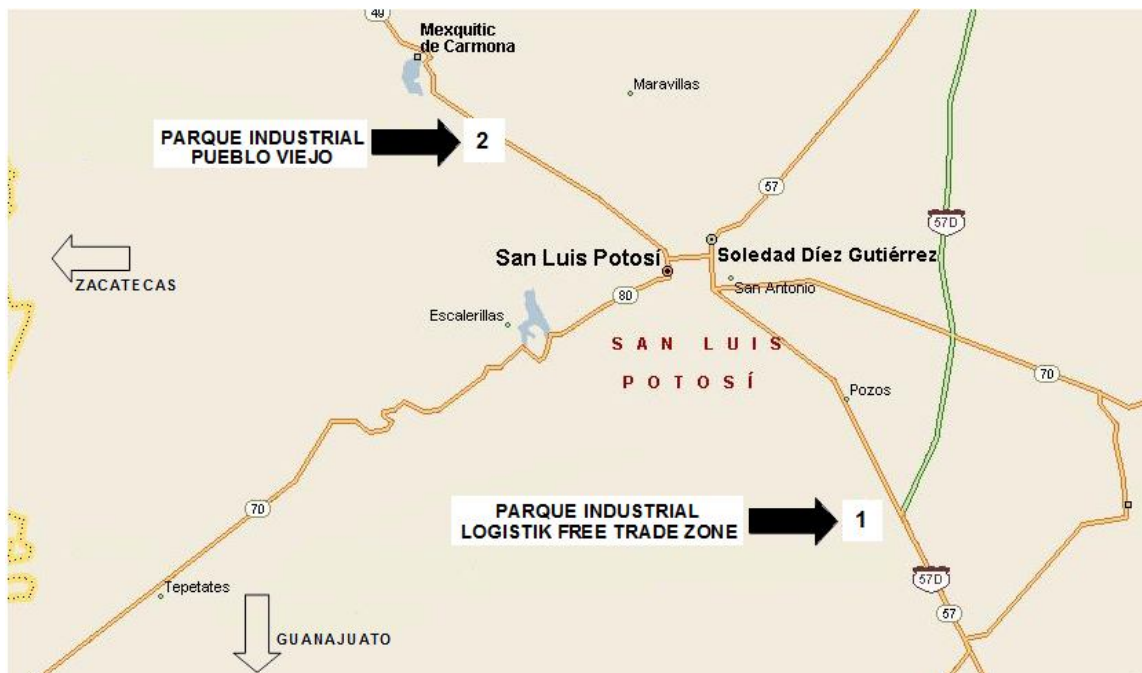


Figura 3.3 Localización de los parques industriales en San Luís Potosí con naves disponibles.

Celaya

El municipio de Celaya, ubicado en el estado de Guanajuato, es una de las áreas urbanas más grandes del Estado, tiene gran experiencia laboral debido a las instituciones de capacitación y al apoyo brindado a éstas. Cuenta con un total de 130 compañías dedicadas a la manufactura, con una fuerza laboral de 49,706 personas. Su principal sector económico es la industria manufacturera y la automotriz. Dentro de algunas ventajas competitivas, se encuentran: salario competitivo, estabilidad laboral, costos competitivos, acceso a insumos nacionales y estabilidad política.^{16,17}

Tabla 3.19 Naves disponibles en Celaya

Opción	Ubicación	Precio de renta base (m2)	Área de la nave (m2)	Características principales
1	Fraccionamiento Industrial El Vergel Municipio de Celaya	3.20 USD	2500	Cuenta con todos los servicios, líneas de alta tensión, modificaciones según necesidades.

El fraccionamiento industrial El Vergel, se encuentra localizado en el Km 4.5 de la carretera libre Celaya-Salamanca. Y entre sus ofertas, se puede construir o modificar la nave industrial según las necesidades del cliente.

c) Incentivos y programas de apoyo que ofrecen los gobiernos para promover la industria

Como parte de los requerimientos de la empresa, los incentivos económicos y programas de apoyo que cada una de las entidades federativas ofrezcan a la creación y apertura de las nuevas empresas, son un factor importante para la decisión final de la nueva localización de la empresa.

Incentivos Gubernamentales y Programas de apoyo del Estado de Querétaro

- Pago de Derechos en el Registro Público de la Propiedad:
La Secretaría de Planeación y Finanzas del Gobierno Estatal, en cumplimiento a la Ley General de Hacienda del Estado de Querétaro, está facultado para exentar o rembolsar hasta el 100% en el pago por la inscripción de escritura pública, el cual es equivalente a un 0.6% sobre el valor de la propiedad más 25% para lo cual la Secretaría de Desarrollo Sustentable les ofrece el apoyo y asesoría respecto al procedimiento que se debe realizar y seguimiento del mismo.
(0.006 x valor de la propiedad) +25%

- Pago de Impuesto del Traslado de Dominio
- Impuesto municipal equivalente al 2.5% sobre el valor de la propiedad:
Las empresas de nueva creación que inicien la construcción o adquieran instalaciones en operación, así como las ya establecidas que adquieran bienes inmuebles como parte de su patrimonio y que generen o mantengan empleos, obtendrán reducciones de hasta el 80% sobre el valor de este impuesto. Cada municipio será quien determine la aplicación de dicha reducción por lo que el incentivo deberá ser gestionado con el municipio correspondiente.
(2% x del valor de la propiedad) +25%
- Programas de Capacitación:
BÉCATE: El Gobierno del Estado, a través de la Secretaría del Trabajo, ofrece el programa de capacitación para trabajadores que se encuentren desempleados, mismo que consta del pago de uno a tres salarios mínimos por un periodo de tres meses, con el compromiso por su parte de emplear mínimo al 70% del personal capacitado al final de este programa.

PAC: Adicionalmente se cuenta con el Programa de Apoyo a la Capacitación que otorga un financiamiento aplicable al pago del instructor, por un periodo de 200 horas al año, con un tope máximo de 250 pesos más IVA por hora.
- Programa de Desarrollo de Proveedores:
Este programa busca la vinculación de las micro, pequeñas y medianas empresas (MPYMES) como proveedoras de empresas grandes, integrando nuevas cadenas productivas y teniendo como fin principal la sustitución de importaciones. El Gobierno del Estado ofrece apoyo a estas empresas en materia de asesoría y vinculación.
- Vinculación Institucional:
Apoyo en la ejecución de convenios de cooperación con instituciones de educación técnico superior y centros de desarrollo e investigación.
- Apoyo en Trámites y Proceso de Instalación:
La Secretaría de Desarrollo Sustentable, le ofrece a través de la Dirección de Fomento Industrial todo el apoyo y asesoría para que puedan obtener con facilidad los trámites requeridos para instalar su empresa. Asimismo, le brindará apoyo en todo lo referente al proceso de instalación industrial: agendas de trabajo para búsqueda de terrenos y naves industriales, así como posibles clientes y proveedores; vinculación con prestadores de servicios (abogados, recursos humanos, constructoras, contadores, especialistas en estudios de impacto ambiental, consultoría en comercio internacional); soporte de información

(Costos Industriales, Guía de Instalación Industrial, Directorio Maestro Empresarial, asuntos migratorios, requisitos para invertir, aspectos legales e impuestos).

- **Residencia Temporal:**
Con el fin de apoyar la instalación de su empresa en el Estado, la Secretaría de Desarrollo Sustentable pone a disposición un espacio en sus instalaciones por un periodo de 4 a 6 meses de estancia sin costo por concepto de renta.
- **Depreciación Acelerada de Activos Fijos:**
Incentivo válido fuera del área metropolitana de la Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara, mismo que permite la depreciación acelerada de activos fijos por encima de lo marcado por el código fiscal de la federación, generando con esto una ventaja fiscal para el sector empresarial.
- **Productividad y competitividad:**
Programa Crece: consultoría integral. Costo según tamaño de la empresa
Auditoría ambiental y COMPITE (Comité Nacional de la Productividad e Innovación Tecnológica): orientan al sector empresarial a aumentar su productividad. Costo según tamaño de la empresa
- **Apoyos Tecnológicos:**
CONCYTEC: vinculación empresarial con los centros de tecnología. Sin costo. (www.concyteq.org.mx)
- **Comercialización:**
SEDESU: programa de desarrollo de proveedores. Sin costo
BANCOMEXT: esquema de apoyo económico para la participación en ferias internacionales
- **Capacitación:**
NAFIN: Capacitación y Asistencia Técnica. Capacitación para todo tipo de empresas. Costo según el curso o seminario.
Secretaría del Trabajo: Programa de Apoyo a la Capacitación (PAC). Ofrece apoyo económico para capacitación. Apoyo hasta \$250 del costo por hora.
CANACINTRA. Capacitación para fortalecer el cuerpo de la organización. Costo según el curso o seminario (www.canacintraqro.org.mx)
- **Financiamiento:**
Gobierno del Estado. Fideicomiso promotor del empleo. Proporciona créditos preferenciales a la micro, pequeña y mediana empresa.
FIDE. Préstamos para proyectos de ahorro de energía eléctrica. El financiamiento se reembolsa sin intereses durante periodos de entre 2 y 3 años. (www.fide.org.mx)

- **Calidad y mejora continua.**
Secretaría de economía: Calidad ISO 9000. Consultoría para establecer un sistema de aseguramiento de calidad. Costo dependiendo del tamaño de la empresa.
Canacindra y Gobierno del Estado. Premio Estatal de Calidad. Apoyo al desarrollo de estructuras productivas hacia la mejora competitiva mediante sistemas de calidad. Costo variable según el tamaño de la empresa (www.canacindra.org.mx)
- **Asesorías.**
Ventanilla de Atención Empresarial: brinda asesoría en trámites y autorización de asentamientos industriales. Sin costo.
(www.queretaro.gob.mx/sedesu/desarrolloeconomico/fomentoindustrial)
Atención a Inversionistas: proporciona información y servicios promocionales a las empresas interesadas en invertir en el Estado de Querétaro. Sin costo.
(www.queretaro.gob.mx/sedesu)
SAT. SAC. Servicio de Asistencia al Contribuyente. Orienta a empresarios en sus operaciones fiscales. Sin costo.
- **Medio ambiente.**
PROFEPA: Industria Limpia. Certifica la operación de las empresas en el cuidado del medio ambiente. Costo según el tamaño de la empresa.

Incentivos Gubernamentales y Programas de apoyo del Estado de San Luis Potosí

Incentivos para empresas de nueva creación:

- **Asignación de ejecutivo de cuenta:**
Por parte de la Secretaría de Desarrollo Económico, para manejo y seguimiento del proyecto de la empresa. El servicio se proporciona en aspectos relacionados directa e indirectamente con la empresa. (Ejemplo: Localización de servicios de construcción, servicios legales, búsqueda de casas, escuelas)
- **Ventanilla única de trámites.**
Servicio de Trámites y Permisos municipales, estatales y federales por parte de la Secretaría de Desarrollo Económico.
- **Becas de capacitación:**
Becas de Capacitación para trabajadores, a través de un Convenio con la Secretaría del Trabajo y Previsión Social del Gobierno del Estado de San Luis Potosí. Período máximo de Capacitación: 45 días. Valor de las Becas

de 1 a 2.5 Salarios mínimos (\$ 47.60 al 2007) diarios vigentes, por trabajador.

- Impuesto a la nomina (2%):
Descuento aplicable para el primer año de operaciones.

- Proveeduría y encadenamiento productivo.
Servicio de localización y apoyo proporcionado por la Secretaria de Desarrollo Económico, para integrar proveedores de materias primas, materiales directos e indirectos a los procesos de la empresa. El servicio se proporciona sobre proveedores localizados en el Estado de San Luis Potosí y la Región Centro.
De acuerdo a la Ley de Ingresos del Municipio de San Luís Potosí, S.L.P., te ofrecemos una reducción a la tasa establecida para el pago de los siguientes impuestos:
 - Adquisición de bienes inmuebles
 - Licencia de uso de suelo
 - Licencia de construcción
 - Predial

Los incentivos que el Honorable Ayuntamiento de San Luís Potosí ofrece son en base a la generación de nuevas fuentes de trabajo.

Incentivos Gubernamentales y Programas de apoyo del Estado de Guanajuato

Programa de Apoyos e Incentivos, basado en el número de nuevos empleos a generar, así como la inversión en MDD a comprometer:

- Vinculación para financiamiento naves industriales.
- Ventanilla única de gestión empresarial.
- Apoyos para el pago de capacitación de personal hasta por 3 meses.
- Apoyo para envío de personal a capacitarse en el extranjero.
- Apoyo para reclutamiento, selección y contratación de personal.
- Apoyo para pago de impuestos municipales.
- Vinculación entre centros técnicos y escuelas.

Desafortunadamente, y como se puede observar en las listas de incentivos presentadas anteriormente, para el caso del Estado de Guanajuato, la información obtenida no es tan clara y suficiente como para el Estado de Querétaro.

d) Análisis de la mano de obra especializada por Estado

Querétaro

El estado de Querétaro cuenta con instituciones de formación para la educación profesional técnica. Para el ciclo escolar 2005-2006, la matrícula total de alumnos en bachillerato tecnológico, fue de 5,656 en el municipio de Querétaro y se cuenta con un total de 200 escuelas que imparten este rubro.

Querétaro cuenta con 17 instituciones universitarias y 3 tecnológicos. En cuanto al nivel técnico superior universitario, se tiene:

- La Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ)
- La Universidad Tecnológica de San Juan del Río (UTSJR)
- La Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ).

La UTEC y la UTSJR, ofrecen la carrera de procesos de producción, la cual registró durante el periodo escolar 2005-2006, un total de 655 alumnos.

Por otro lado, tiene además 5 planteles (CETIS y CBTIS) de la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI) y a los 3 planteles por parte de la Dirección General de Educación Superior Tecnológica (DGEST).

Por estos motivos, todas estas instituciones hacen de Querétaro, un estado sólido en cuanto a la demanda de la mano de obra especializada.

San Luís Potosí

El estado de San Luís Potosí cuenta con diferentes opciones de preparación que ofrecen educación técnica en diferentes rubros. Para el ciclo escolar 2005-2006, la matrícula total de alumnos fue de 5453.

Entre algunas de las Instituciones más importantes se encuentran:

- Instituto Tecnológico de San Luís Potosí.
- Instituto Tecnológico de Matehuala.
- Instituto Tecnológico de Río Verde.

Al igual que el Estado de Querétaro, San Luis Potosí también cuenta con planteles de la Dirección General de Educación Superior Tecnológica (DGEST) y de la Dirección General de Educación Industrial, que participa con 11 planteles (8 CBTIS y 3 CETIS).

Guanajuato (Celaya)

El estado de Guanajuato, cuenta con más de instituciones de educación superior, tiene 39 centros tecnológicos y de investigación especializada y al año egresan más de 20 mil jóvenes en educación superior y medio superior.

Tan sólo el municipio de Celaya cuenta con varias instituciones de formación técnica, tanto en bachillerato tecnológico (19 escuelas) como en la formación de personal técnico (10 planteles). Durante el periodo 2005-2006 registró una matrícula de 5402 para el primer rubro y 2298 para el segundo.

Dentro de algunas de las instituciones más importantes se encuentran:

- Instituto Tecnológico de Celaya.
- Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato.
- Universidad Tecnológica de León.
- CETIS No. 21 y 150 Especialidad en Mecánica.
- CETIS No. 115 Especialidad en Máquinas-Herramientas.

Finalmente, y para tener un factor más claro que permita determinar de forma sencilla cual de los Estados resulta la mejor opción en cuanto a la comparación única de formación de personal con mano de obra calificada¹⁶, se presenta la tabla 3.20, donde se pueden observar los niveles porcentuales de cobertura que cada uno de los Estados ofrece, siendo el Estado de Guanajuato la mejor opción en cuanto a mano de obra calificada.

Tabla 3.20 Cobertura de Personal Profesional Técnico* a Nivel Nacional. Matricula durante el ciclo escolar 2005-2006

Estado	Porcentaje
Guanajuato	5.5
Querétaro	3.8
San Luis Potosí	3.6

*Nota: el personal profesional técnico, involucra instituciones federales, estatales y particulares de cada estado. Fuente: INEGI

e) Análisis de costos de arrendamiento

Es importante mencionar que, inicialmente, la empresa sólo está interesada en arrendar una nave industrial, por lo que el costo de la renta de la misma se convierte en un punto importante a considerar. Por lo tanto, tomando como principal factor el costo de la renta de la nave industrial por metro cuadrado, el cual se compara en la tabla 3.21, el estado de Guanajuato es el que mejor opción representa.

Tabla 3.21 Comparación de los costos de arrendamiento de las distintas naves industriales disponibles.

Parque Industrial	Estado al que pertenece	Costo [m ²]
Aeropuerto	Querétaro	4.00 USD
Querétaro	Querétaro	4.00 USD
El Marques	Querétaro	4.75 USD
Logistik Free Trade Zone	San Luis Potosí	4.25 USD
Pueblo Viejo	San Luis Potosí	4.00 USD
El Vergel	Guanajuato (Celaya)	3.20 USD

f) Propuesta final para localización

La tabla 3.22 muestra los puntos más importantes, a criterio de la empresa (costo de arrendamiento, el área disponible y la disponibilidad de mano de obra calificada), que ayudarán a determinar, cuál es la mejor opción. Otro punto a considerar es la disponibilidad de servicios (alimentación de energía, pisos nivelados, etc.), pero no se incluyen en la tabla ya que todos los parques considerados cuentan con ellos.

Tabla 3.22 Factores a considerar para la decisión final

Parque Industrial	Estado al que pertenece	Costo [USD]*[m ²]	Área [m ²]	Costo Total [USD]	Mano de obra* [%]
Aeropuerto	Querétaro	4.00	4200	16,800	3.8
Querétaro	Querétaro	4.00	4740	18,960	3.8
El Marques	Querétaro	4.75	2980	14,155	3.8
Logistik Free Trade Zone	San Luis Potosí	4.25	3672	15,606	3.6
Pueblo Viejo	San Luis Potosí	4.00	4800	19,200	3.6
El Vergel	Guanajuato (Celaya)	3.20	2500	8,000	5.5

* Porcentaje de cobertura de personal profesional técnico a nivel nacional. Fuente: INEGI

La mejor opción para la nueva ubicación de la empresa es Celaya, siendo el Fraccionamiento Industrial El Vergel la mejor alternativa, ya que al hacer una combinación entre el área que mejor se ajusta a sus necesidades y el costo de arrendamiento más bajo, resulta ser la opción más viable comparada con las otras. Además, se puede modificar o construir la planta de acuerdo a las necesidades particulares de la empresa.

Asimismo, el Estado de Guanajuato presenta una cobertura mayor de personal profesional técnico que los otros Estados, lo que otorga mayores facilidades para la contratación del personal que la empresa requiera para iniciar de nuevo sus actividades.

Finalmente, se recomienda hacer un análisis minucioso de los incentivos y apoyos al sector industrial que ofrecen los gobiernos locales, con base en las necesidades y pretensiones particulares que tenga la empresa.

Capítulo 4. Análisis de resultados

Análisis de resultados

Durante el desarrollo del capítulo anterior se presentaron las propuestas de localización correspondientes tanto para la macrolocalización como para la microlocalización, sin embargo, en esta sección se presenta un análisis más detallado de las mismas, haciendo énfasis en los puntos críticos importantes durante el estudio.

Resultados de la macrolocalización

En primera instancia, se tiene el resultado obtenido mediante el uso del método del centro de gravedad, el cual no es otra cosa más que el promedio ponderado desde algún punto base y con el cual, los costos por transporte al igual que los tiempos empleados para el traslado de un producto de un lugar a otro, se minimizan.

Es importante aclarar que este método es una herramienta sólo para tener una primera aproximación de la nueva ubicación para la empresa, más no indica la ubicación definitiva. Además el método del centro de gravedad no contempla factores como cambio de los clientes más importantes y la aparición de otros nuevos (que afectarían la ponderación utilizada), cambios de proveedores, costos por casetas en autopistas, el estado en que se encuentren las vías de comunicación, etc.

Así, el primer resultado obtenido a partir del método del centro de gravedad (centro de gravedad real), sólo sirve para dar un primer indicio sobre la posible nueva ubicación de la planta, la cual, al situarse en un punto poco favorable para dicho propósito, obligó a buscar una nueva opción, obteniendo así un nuevo centro de gravedad (ponderado) que, al ser más real debido al factor de ponderación empleado (peso de los clientes) y al presentar mayores facilidades tanto para la nueva ubicación de la empresa, como para la apertura hacia un nuevo mercado, se convierte en un punto de partida para el estudio de localización. Aún así, este punto no señala la ubicación exacta, es, como ya se mencionó, sólo una aproximación.

Para dejar más claro porque se descarta el primer resultado obtenido (centro de gravedad real), basta con tomar en cuenta dos factores:

1. Al no utilizar ninguna ponderación para llevar a cabo este cálculo, se hace la suposición de que todas las plantas de la empresa tienen el mismo peso, es decir, todas son de igual importancia como clientes para la empresa, lo

cual no es cierto y además como se muestra en la figura 4.1, se modifica mucho el resultado obtenido debido a la localización de la planta ubicada en Ensenada, Baja California, que en cierta forma “atrae” al punto del centro de gravedad.



Figura 4.1 Plantas del grupo industrial (clientes) y centros de gravedad

2. El punto obtenido se localiza al norte del Estado de Zacatecas, en el municipio Gral. Francisco R. Murguía, el cual está situado a mínimo 120 kilómetros de las ciudades más importantes en este Estado. Además, Zacatecas es un Estado cuyas principales actividades económicas son la agricultura, la ganadería, la minería y el turismo, dejando a la industria como una de las actividades menos importantes.^{11,19}

El segundo resultado, que es el punto de gravedad ponderado, se convierte en un punto de referencia importante por las siguientes razones:

1. La ponderación empleada para cuantificar de alguna forma la importancia de los clientes de la empresa, hace que el resultado obtenido esté fundamentado en algo, y que no simplemente esté hecho tomando en cuenta la ubicación de las plantas del grupo. De tal forma que, si la nueva ubicación de la planta estuviera sujeta únicamente a este resultado, se tendría una buena opción para la nueva localización de sus instalaciones,

debido a que tendría una adecuada colocación estratégica para brindar un mejor servicio a sus clientes.

2. La localización de este punto conforme a los estados involucrados de la zona Centro-Bajío (Aguascalientes, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, San Luis Potosí, Jalisco y Querétaro) en esta primera etapa del estudio, queda en una mejor posición que el centro de gravedad real, que se encuentra muy alejado y ni siquiera se ubica dentro de los Estados involucrados en el estudio (figura 4.2). Además, es importante que el punto este ubicado más o menos en una zona central a dichos estados porque es considerado posteriormente como un factor para la evaluación de los mejores parques industriales.



Figura 4.2 Estados de la zona Centro-Bajío para el estudio de Localización y centros de gravedad

3. El Estado de San Luis Potosí, que es en donde se encuentra el centro de gravedad ponderado, como ya se mencionó con anterioridad, cuenta con infraestructura industrial, vías de comunicación de acceso rápido, aeropuerto internacional, cercanía con centros industriales, mano de obra calificada y además un potencial centro de negocio para expansión empresarial^{12,13}.

Posteriormente, con base en una matriz de decisión (tabla 3.15, capítulo 3), que toma como puntos clave para la selección de la nueva ubicación factores como costo, tamaño de los lotes y distancia al centro de gravedad ponderado, se obtuvo como resultado, que las macro zonas (estados) en la cuales sería más conveniente la ubicación de las nuevas instalaciones de la empresa (tabla 4.1), son:

Tabla 4.1 Resultados de la macrolocalización

Opción	Parque Industrial	Estado
1	Tres Naciones	San Luis Potosí
2	Fideicomiso Ciudad Industrial Celaya	Guanajuato
3	Fraccionamiento Industrial El Vergel	Guanajuato
4	Parque Industrial del Calvillo	Aguascalientes

Estos resultados fueron presentados a los directivos de la empresa junto con todo el proceso de selección, se discutieron algunos factores como los criterios para la ponderación de las opciones utilizados (calificaciones para costo, tamaño de la nave y ubicación del parque industrial, tablas 3.13 y 3.14 del capítulo 3) y se llegó a la conclusión de que la segunda etapa del estudio de localización debía hacerse en los siguientes estados:

- San Luis Potosí
- Guanajuato
- Aguascalientes

Finalmente, la empresa decidió, por motivos particulares, que los estados involucrados para la segunda parte de este estudio de localización para la ubicación de sus nuevas instalaciones deberían ser:

- San Luis Potosí
- Querétaro
- Guanajuato (únicamente Celaya)

En la figura 4.3, se muestran los estados seleccionados (San Luis Potosí, Querétaro y Guanajuato) para la consecución del estudio de localización así como también la ubicación tanto del centro de gravedad real y el centro de gravedad ponderado:



Figura 4.3 Estados seleccionados de la zona Centro-Bajío y centros de gravedad obtenidos

Por otra parte, para poder iniciar la segunda etapa de este estudio, es necesario tener en cuenta los siguientes factores:

- La primera etapa es una primera aproximación para la posible ubicación de la empresa, basándose en los requerimientos y especificaciones proporcionadas por los directivos de la misma, por lo que cualquier error o factor no considerado podría repercutir seriamente en la elección final del lugar.
- Los costos y las naves disponibles que se presentan en esta etapa pueden variar, por lo que no se recomienda dejar pasar mucho tiempo entre una y otra etapa.

Resultados de la microlocalización

Esta parte del estudio muestra las opciones existentes para la selección final de la nave industrial, la cual se hizo únicamente contemplando los lugares obtenidos a través de la macrolocalización.

Para su realización, se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- Que las naves industriales contempladas para posible ubicación cuenten con todos los servicios y requerimientos necesarios para la buena operación de la empresa (dimensiones, áreas de oficinas, disponibilidad de servicios, etc.).
- Conocer las ofertas por parte del gobierno local de las posibles ubicaciones, los programas de incentivos económicos de existir estos y los requisitos necesarios para su traslado y ubicación.
- Disponibilidad de mano de obra capacitada en el posible nuevo lugar de residencia.
- La empresa no está interesada en comprar la nave industrial, por el momento sólo está interesada en rentar, por lo que necesita únicamente costos de arrendamiento.

Así, a la hora de establecer contacto con las diferentes dependencias por parte del gobierno y con los correspondientes parques industriales, se dejaron claros estos puntos, de manera que la información solicitada, fuera únicamente aquella que satisficiera las necesidades particulares de la empresa.

Lamentablemente, y como se comentó el final del inciso c de la parte correspondiente a la microlocalización (que es la parte que habla sobre incentivos y apoyos ofrecidos por parte del gobierno), la falta de transparencia y de acceso a la información, hicieron que los resultados obtenidos no contemplaran todas las requisiciones hechas por la empresa, ya que la información, tanto la publicada como la proporcionada, era insuficiente en algunos casos (incentivos del Estado de Guanajuato) e inexistentes en otros (no se proporcionó información concreta acerca de los requisitos necesarios para el traslado y la ubicación de la empresa).

A pesar de estas dificultades y después de un proceso intenso de solicitud e intercambio de información, las opciones que cumplen con las expectativas por parte de la empresa, se muestran en la tabla 4.2:

Tabla 4.2 Naves Industriales disponibles por Estado.

Opción	Parque	Municipio	Precio de renta base (m ²)	Área de la nave (m ²)
QUERÉTARO				
1	Parque Ind. Aeropuerto	El Marques	4.0 USD	4200
2	Parque Ind. Querétaro	Querétaro	4.0 USD	4740
3	Parque Ind. El Marques	El Marques	4.75 USD	2980
SAN LUÍS POTOSÍ				
4	Parque Ind. Logistik Free Trade Zone	San Luís Potosí	4.25 USD	3672
5	Parque Ind. Pueblo Viejo	Mexquitic de Carmona	4.0 USD	4800
CELAYA				
6	Fraccionamiento Industrial El Vergel	Celaya	3.20 USD	2500

Todas estas opciones, al ser parte de parques industriales, cumplen con todas las necesidades por parte de la empresa para la buena operación de la misma. No tienen problemas con respecto a los servicios ofrecidos ni con el acceso a vías de comunicación.

Por otro lado, como paso anterior a la selección definitiva del lugar para la ubicación de las nuevas instalaciones de la empresa, ésta debe analizar cuidadosamente los beneficios (incentivos y apoyos) que ofrece el gobierno en cada una de estas entidades, con el fin de determinar si existe alguna inclinación importante hacia alguno de estos sitios. Lo cual deberá ser causa de un pequeño estudio interno por parte de la empresa según le resulte conveniente.

De esta forma, para saber cuál de estas opciones resulta la más apta para la nueva ubicación de las instalaciones de la empresa, sin tomar en cuenta los apoyos e incentivos ofrecidos, se consideran únicamente tres factores:

1. **El precio por metro cuadrado para la renta de la nave industrial:** el cual no debe ser muy alto, ya que representará un costo importante mensual que puede afectar de manera significativa las ganancias de la empresa.
2. **La capacidad de contratación de personal profesional técnico:** la rápida localización y contratación de personal, así como la disponibilidad del mismo, son factores vitales para el buen funcionamiento de toda empresa.

Para esto, se muestra nuevamente la tabla utilizada en el capítulo anterior relativa a la cobertura de personal profesional técnico a nivel nacional (tabla 4.3):

Tabla 4.3. Cobertura de Personal Profesional Técnico¹⁶
Nivel Nacional. Matricula durante el ciclo escolar 2005-2006

Estado	Porcentaje
Guanajuato	5.5
Querétaro	3.8
San Luís Potosí	3.6

3. **El área total de la nave industrial:** este factor resulta un punto clave debido a que el costo resultante de la renta de la nave estará en función directa al tamaño de la misma. Para hacer una buena elección, son importantes dos puntos:
 - a) El área mínima requerida para el buen funcionamiento de la empresa es de 2000 [m²], pero se necesita un área un poco mayor para el futuro crecimiento de la empresa que se tiene contemplado, y;
 - b) Un área muy grande representará un gasto importante innecesario para la empresa.

Una vez considerados dichos factores, se puede hacer una mejor elección del sitio que más convenga para la futura ubicación de las instalaciones de la empresa.

Para esto, se realizó la tabla 4.4, la cual muestra los factores antes mencionados y permite ver de forma más clara que opción resulta ser la mejor.

Tabla 4.4 Selección de la mejor ubicación

Estado	Opción	Precio [m ²] USD	Cobertura de personal a nivel nacional [%]	Área total de la nave industrial [m ²]
Querétaro	1	4.00	3.8	4200
	2	4.00		4740
	3	4.75		2980
San Luis Potosí	1	4.25	3.6	3672
	2	4.00		4800
Guanajuato (Celaya)	1	3.20	5.5	2500

Como se puede observar, en todos los factores contemplados, es el estado de Guanajuato el que resulta ser la mejor opción, ya que tiene el precio más bajo de renta, el mayor porcentaje de cobertura de personal profesional técnico a nivel nacional y el área total de la nave industrial que más se ajusta a sus necesidades, que además de cumplir con los requerimientos mínimos para la buena operación de la empresa, ofrece un espacio adicional para el crecimiento futuro que se tiene previsto. Aunque la opción 3 del estado de Querétaro presenta un área que pudiera satisfacer estas necesidades, el precio por metro cuadrado para dicho parque es el más alto de todas las opciones (4.75 USD), lo que lo convierte en una mala opción.

Por lo tanto, la mejor opción es el Fraccionamiento Industrial El Vergel, ubicado en el municipio de Celaya.

Finalmente, hay que tomar en cuenta que los costos y las naves disponibles que se presentan actualmente, pueden cambiar debido a la naturaleza de los mismos, por lo que se recomienda una rápida decisión por parte de los directivos de la empresa.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Un estudio de localización de planta implica el conocimiento y el estudio de muchos factores, como tendencias del mercado, competencia, cercanía a clientes y/o proveedores, costos y tiempos por transporte, disponibilidad de mano de obra, etc. y algunos de estos factores implican a su vez información detallada e histórica que en muchas ocasiones no se tiene o no se puede acceder a ella.

Para dejar más claro lo anterior, basta hacer un pequeño análisis de algunas preguntas del cuestionario aplicado a la empresa para la obtención de información en la parte correspondiente a la macrolocalización. Y es que, para poder aplicar algunos otros modelos matemáticos que ayuden a determinar otro punto factible para la ubicación de las nuevas instalaciones, son necesarios algunos datos como costos de transportación, volúmenes de embarque, etc., los cuales, debido al tipo de productos y pedidos que maneja la empresa, no están disponibles, y por consiguiente, dichos modelos matemáticos se descartan automáticamente, dejando por un lado a estos factores involucrados.

Sin embargo, cada caso es diferente y, como se ha observado a lo largo de toda esta investigación, cada empresa determinará, según sus necesidades, cuáles de estos factores son los que presenten mayor relevancia, para de esta forma, hacer el estudio de localización bajo estos parámetros.

Así, gracias a la constante interacción con la empresa, el estudio se realizó de forma satisfactoria debido a que, como es un caso de aplicación real, durante todo el transcurso de dicho estudio existió plena comunicación entre las partes involucradas, lo que ayudó a aclarar y conocer todas las necesidades y expectativas que la organización desea cubrir a la hora de efectuar un cambio de residencia.

Además, existen dos puntos importantes que deberán tomarse en cuenta sin importar el tipo de empresa de la que se esté hablando, dichos puntos son:

1. Conocer los lugares y los mercados existentes en las áreas cercanas en donde una empresa se pretende ubicar.
2. Los problemas que pretenden solucionarse, para no caer nuevamente en ellos y, de no existir, en los que se podría incurrir por no hacer una buena elección del lugar y a los que se está expuesto por no hacer dicho cambio.

Para este caso, y acorde a los dos puntos mencionados anteriormente, en primera instancia se tiene que más del 95% de las empresas del sector metalmeccánico tiene su ubicación en la República Mexicana, en las entidades federativas de Chihuahua, Nuevo León, San Luis Potosí, Estado de México, Durango, Querétaro, Hidalgo, Jalisco, Puebla y Tamaulipas; que son Estados localizados en la zona norte y centro-Bajío y que representan una buena oportunidad de mercado para la empresa, además de contar con facilidades de comunicación, infraestructura y localización geográfica.²¹

Aunque el estado de Guanajuato, que es el elegido como mejor opción para la ubicación de las nuevas instalaciones de la empresa, no figure dentro de las entidades federativas según esta fuente (Banco Nacional de Comercio Exterior), se encuentra localizado en un punto casi central a dichos Estados, y esto, aunado o los puntos analizados en el capítulo anterior le permiten seguir siendo la mejor opción para la empresa.

En segundo lugar, y también como se discutió en el capítulo anterior, con el cambio de ubicación de instalaciones, la empresa terminará con sus problemas de espacio y podrá operar eficazmente, podrá abrirse puertas hacia nuevos y más grandes mercados como una empresa independiente y no se estancará y se limitará a los que sus actuales clientes determinen.

De esta forma, y con los resultados obtenidos a lo largo del estudio, el objetivo principal de este estudio, el cual implica ofrecer a la empresa las mejores alternativas para la nueva ubicación de sus instalaciones, se cumple totalmente, ya que todo lo que en este trabajo está hecho, se hizo conforme a los requerimientos, necesidades y expectativas que la empresa deseaba.

Por otro lado, la empresa tendrá la última palabra conforme a la elección de la ubicación para sus nuevas instalaciones dependiendo de qué tan atractivos resulten todos y cada uno de los incentivos y programas de apoyo creados por los gobiernos municipales o estatales, ya que, por un lado y en algunos casos, estos incentivos o programas son sólo por tiempo limitado y/o se otorgan según el monto de la inversión y el número de empleos generados por la nueva empresa (los gobiernos de Guanajuato y San Luis Potosí así lo especifican), los cuales, además, no se mencionan y es importante conocer, ya que con base en esto, la empresa sabrá si cuenta o no con dichos incentivos. Por otro lado, estos programas de apoyo representan ahorros económicos, facilidades en cuanto a tramitación y traslado, capacitación de personal, préstamo de un terreno para establecerse sin pagar renta por un periodo de hasta seis meses (en el caso del gobierno de Querétaro), etc.; que ayudan al desempeño y crecimiento de las empresas.

Un punto en contra de estos apoyos gubernamentales, es que para su otorgamiento, es necesario que la empresa cumpla específicamente con ciertos requerimientos mínimos que en muchas ocasiones resultan poco accesibles además de costosos, y es que para una empresa que acaba de cambiar de lugar

sus instalaciones y toda la derrama de recursos que esto implica, resulta muy difícil invertir en otras cosas no estén directamente relacionadas con la puesta en marcha de la empresa. Dependerá de la empresa y del tipo de apoyo buscado si se decide o no invertir, pero esto debe tenerse en consideración antes de seleccionar algún lugar para la ubicación.

Por el contrario, un punto a favor de estos incentivos y apoyos, es que estos programas de ayuda son precisamente para atraer y promover la industria dentro de los Estados correspondientes, lo que se dijo anteriormente, no se dice para dar a entender que el gobierno hace pesados, tardados o costosos los trámites, sino que simplemente la empresa puede optar también por considerarlos o no a la hora de la elección del lugar.

Finalmente, en este estudio sólo se analizaron opciones de naves industriales ubicadas en zonas que ya están destinadas para la industria (parques industriales) por una razón principal: "dinero".

Un estudio que implicara conocer físicamente los diferentes Estados y además de las naves industriales disponibles, cualquier lugar fuera de un parque industrial que se adaptara a las necesidades de la empresa, implicaría gastos por viáticos del personal involucrado, hospedaje, etc. Lo cual la empresa no deseaba hacer.

Este factor, orilló a realizar prácticamente todo el intercambio de información vía electrónica, lo que provocó algunos problemas como los mencionados en el capítulo 4, entre los más importantes se encuentran:

- Acceso restringido a la información por falta de transparencia y comunicación
- Información prácticamente nula sobre bodegas o naves industriales disponibles fuera de los parques industriales
- Retraso en la obtención de información por falta de cooperación o apoyo por parte de los organismos consultados
- Cuando se consultaron y pidió ayuda en dependencias del gobierno, la información obtenida sobre naves industriales era única y exclusivamente de parques industriales.

Por lo tanto, se sugiere a la empresa, considerar la elaboración de un estudio más detallado que implique una visita física a las diferentes ubicaciones con el fin de obtener información sobre posibles opciones que estén localizadas fuera de parques industriales, ya que como se puede observar, en el último problema de la lista anterior, la información proviene exclusivamente de parques industriales, por lo que los precios entre éstos y los lugares disponibles fuera de ellos, puedan presentar importantes variaciones que permitan encontrar nuevas opciones de localización para la empresa, las cuales no están consideradas en esta

investigación debido a que dicha labor se encuentra fuera del alcance de este estudio.

Otra de las ventajas de visitar físicamente las entidades federativas, es que se puede acudir directamente a las dependencias del gobierno correspondientes y solicitar, de manera concreta y clara, los diferentes incentivos y programas de apoyo que se ofrecen a las nuevas empresas.

Por último, es de suma importancia mencionar lo trascendente y lo vital que resulta una decisión de este tipo para una empresa, ya que no sólo implica cambiar de lugar, sino prácticamente el futuro de la misma. Además, el hecho de que las cosas se realicen conforme a los requerimientos y necesidades de la empresa, no garantiza que las opciones propuestas sean las mejores, ya que algunos de los factores contemplados para el estudio de localización, aunque provengan directamente de la empresa, pueden provenir de fuentes subjetivas, fuentes que disfracen cierto interés en necesidad, es decir, de la persona encargada de dicha labor o del mismo dueño de la empresa que se inclinen por ciertas opciones sólo por que el clima o el lugar es mejor que en otro.

No hay que olvidar que no habrá nada peor que no hacer un estudio previo o caer en factores de preferencia personales y totalmente ajenos a los intereses y necesidades de la propia empresa.

Recomendaciones

Desde un punto de vista práctico y puramente económico, la finalidad de la gran mayoría de las empresas, sino es que de todas, es ganar dinero. Estas palabras son las propulsoras de todas las actividades que se desarrollan dentro de una empresa, son las que la orillan a tomar toda clase de decisiones y son las que la hacen existir y crecer. Por lo que se recomienda a cualquier tipo de empresa tomar en cuenta los siguientes puntos antes de tomar una elección tan importante como lo es la ubicación de sus instalaciones:

- Realizar siempre un estudio de localización de planta ante la situación de cambio de ubicación, ya que, aunque no es algo que suceda muy a menudo, es un factor que resulta vital para la mayoría de las empresas y, en caso contrario, puede resultar el comienzo del final de su existencia.
- Establecer los factores de cambio realmente importantes para la empresa, ya sea de costo o de cualquier otra índole.
- Tomar en cuenta los incentivos y apoyos que se ofrecen por parte de los gobiernos locales o Estatales.
- No tomar decisiones por cuestiones particulares de los directivos o dueños de la empresa.

- En caso de hacer el estudio con personas ajenas a la empresa, estar en contacto a través de la realización de todo el proyecto, ya que esto permitirá un intercambio de información que facilitará y ayudará a encontrar la mejor ubicación.

Anexo

Determinación de factor de Ponderación.

En la parte correspondiente al capítulo 3, donde se realiza la aplicación del método de centro de gravedad para determinar la macrolocalización, se hace uso de un factor de ponderación, el cual permite determinar de una mejor forma, la posible nueva ubicación para la empresa.

Para determinar este factor, se utilizó la información proporcionada por la empresa (Tabla A1):

Tabla A1. Facturación promedio aproximada

PLANTAS* (Clientes)	Facturación (%)
Envases y Plásticos de Baja California S.A. de C.V.	4 - 5
Industrial Semarten S.A.	7
Plástico Hermanos Sucursales S.A. de C.V.	45 - 50
Industria del Envase S.A. de C.V.	15
Planta del Envase	7
Envases de Plástico S.A. de C.V.	7
Envases y Recipientes S.A. de C.V.	7
Envases de Metal S.A. de C.V.	7

Posteriormente, en la Tabla A2 se utilizan los valores más bajos de dichos porcentajes (simplemente por tomar el escenario de facturación más bajo) y se divide todo entre el valor más bajo (0.04):

Tabla A2. Facturación utilizada para calcular el factor de ponderación

PLANTAS* (Clientes)	Facturación (%)	Factor
Envases y Plásticos de Baja California S.A. de C.V.	0.04	1
Industrial Semarten S.A.	0.07	1.75
Plástico Hermanos Sucursales S.A. de C.V.	0.45	11.25
Industria del Envase S.A. de C.V.	0.15	3.75
Planta del Envase	0.07	1.75
Envases de Plástico S.A. de C.V.	0.07	1.75
Envases y Recipientes S.A. de C.V.	0.07	1.75
Envases de Metal S.A. de C.V.	0.07	1.75

Finalmente, se redondea el factor obtenido al valor entero siguiente (Tabla A3) para facilitar el trabajo posterior:

Tabla A3. Obtención del factor ponderado final

PLANTAS* (Clientes)	Factor Ponderado
Envases y Plásticos de Baja California S.A. de C.V.	1
Industrial Semarten S.A.	2
Plástico Hermanos Sucursales S.A. de C.V.	12
Industria del Envase S.A. de C.V.	4
Planta del Envase	2
Envases de Plástico S.A. de C.V.	2
Envases y Recipientes S.A. de C.V.	2
Envases de Metal S.A. de C.V.	2

Es importante mencionar que al hacer el redondeo, se puede incurrir en algún error de precisión que pudiera afectar seriamente los resultados obtenidos. Por ejemplo, para este caso, si se hace nuevamente la conversión a porcentajes (Tabla A4) a partir del valor redondeado, se obtiene:

Tabla A4. Obtención del porcentaje a partir del factor ponderado final

Porcentaje de facturación inicial	Factor Ponderado	Porcentaje de facturación final
0.04	1	0.04
0.07	2	0.08
0.45	12	0.48
0.15	4	0.16
0.07	2	0.08
0.07	2	0.08
0.07	2	0.08
0.07	2	0.08

Con lo cual se valida que el redondeo aplicado modifica los valores tomados inicialmente y por consiguiente, modificará también el resultado final obtenido.

Sin embargo, para este caso, por tratarse de un análisis que no necesita de un grado de precisión muy elevado, se decide trabajar con estos valores.

A continuación, se muestra el resultado obtenido para la macrolocalización (Tabla A5) utilizando los valores decimales obtenidos antes del redondeo aplicado:

Tabla A5. Centro de gravedad con ponderación sin redondeo

Lugar	Sistema ponderado	Sistema de red de coordenadas		Sistema ponderado de red de coordenadas	
		Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
Ensenada, B.C	1	31.8722	116.6069	31.8722	116.6069
Cd. Delicias Chih.	1.75	28.1899	105.474	49.3323	184.5795
México, D.F.	11.25	19.4823	99.109	219.1759	1114.9763
Huehuetoca, Edo. de México	3.75	19.8214	99.1953	74.3303	371.9824
Manzanillo, Colima	1.75	19.0899	104.2578	33.4073	182.4512
San Nicolás de Los Garza, Nuevo León	1.75	25.7495	100.3	45.0616	175.5250
Culiacán, Sinaloa	1.75	24.71	107.3853	43.2425	187.9243
Matamoros, Tamaulipas	1.75	25.8616	97.5019	45.2578	170.6283
Total	24.75				
				Latitud	21.886056
				Longitud	101.19894

Una vez obtenido el resultado se compara contra el valor obtenido utilizando el redondeo (Tabla A6) para evaluar el impacto sobre el resultado final:

Tabla A6. Comparación de resultados obtenidos utilizando diferentes valores ponderados

Sistema Ponderado	Sistema ponderado de red de coordenadas		Sistema ponderado de red de coordenadas	
	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
Redondeado	21.9313778	101.204967	21° 55' 53"	101° 12' 18"
Sin redondeo	21.886056	101.19894	21° 31' 51"	101° 11' 56"

Posteriormente, se localiza el punto con las coordenadas obtenidas en la tabla A6 para el sistema ponderado sin redondeo, el cual arroja una localización al norte del estado de Guanajuato, muy cercana a la ubicación obtenida inicialmente que es al sur del estado de San Luis Potosí.

Lo que es sumamente importante destacar, es que si el estudio dependiera únicamente del resultado de la macrolocalización, entonces el resultado final si estaría siendo afectado de manera importante a raíz del redondeo aplicado. Pero como este paso es sólo una primera aproximación para determinar la posible localización final, entonces este resultado no afecta seriamente la decisión final, por consiguiente, se puede tomar como válido el primer resultado.

Bibliografía

Bibliografía

1. Buffa S. Elwood. Administración y Dirección Técnica de la Producción. 3 tomos. Limusa-Wiley S.A., México 1989.
2. Franklin G. Moore. Production/operations management. Editorial Diana. México 1980.
3. Hodson K. William. MAYNARD. Manual de Ingeniería Industrial. 4^a ed. McGraw-Hill, México 1996.
4. James L. Riggs. Sistemas de producción: Planeación, análisis y control. Limusa, Noriega Editores. México 1994.
5. Meredith R. J. Administración de las Operaciones. Un énfasis conceptual. 2^a ed. Limusa, México 1999.
6. Noori H. and Radford R. Productions and Operations Managements. 1995
7. Roger G. Schroeder. Decision Making in the Operations. McGraw-Hill, México 1993.
8. Sapag C. y Sapag R. Preparación y Evaluación de Proyectos, 5^a ed. McGraw-Hill, México 2007.
9. Spriegel R. William. Organización de Empresas Industriales. CECSA. España 2000.
10. Tompkins J. A. and White J. A. Facilities Planning. 3rd ed. John Wiley & Sons, New York 2003.

Paginas consultadas durante Mayo, Junio y Julio de 2007:

11. Gobierno del Estado de Zacatecas
<http://www.zacatecas.gob.mx/>
12. Gobierno del Estado de San Luis Potosí
<http://www.slp.gob.mx/>
13. Secretaría de Desarrollo Económico de San Luis Potosí
<http://www.sdeslp.gob.mx/>

14. Programa PYME con el apoyo de la Secretaría de Economía
<http://www.contactopyme.gob.mx/parques/index.html>
15. Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro
<http://www.queretaro.gob.mx/sedesu/porque/index.htm>
16. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
<http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.aspx>
17. Secretaría de Desarrollo Económico Sustentable del Estado de Guanajuato
<http://sde.guanajuato.gob.mx/>
18. Cámara Nacional de la Industria de la Transformación. San Luis Potosí
<http://www.canacintraslp.org.mx/zonaIndustrial.asp>
19. Secretaría de Economía
<http://www.economia.gob.mx/>
20. Municipios del Estado de Querétaro
<http://www.queretaro.gob.mx/queretaro/municipios.php>
21. Banco Nacional del Comercio Exterior
www.bancomext.com

Páginas de algunos parques industriales:

22. Parque Industrial Millennium
<http://www.argo-mipark.com/espanol/lotes.html>
23. Asociación de parques industriales del Estado de Jalisco
<http://www.parksinjalisco.com/parques.html>
24. Parque industrial El Marques, S.A. DE C.V.
www.parqueindustrialelmarques.com
25. Parque industrial aeropuerto S. DE R.L. DE C.V.
www.odonnell.com.mx
26. Parque industrial Querétaro
www.piq.com.mx