

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y SOCIALES  
ESCUELA DE ADMINISTRACION Y CONTADURIA PUBLICA  
DEPARTAMENTO DE EMPRESAS  
CATEDRA DE PRODUCCION Y ANALISIS DE LA INVERSION

## **APUNTES SOBRE LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES**

Francisco Antonio García

Mérida , abril de 2004

## **LOCALIZACION DE INSTALACIONES**

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

La localización de instalaciones ya sean industriales o de servicios, representa un elemento fundamental que se debe tomar en cuenta a la hora de planificar las futuras operaciones de cualquier empresa. Es importante destacar que la extensión del ciclo de vida de una organización depende ampliamente del sitio o región donde se quiera instalar, ya que si algunos factores decisivos de localización fallan en el momento de la concepción de la organización, esta tiende a acortar su ciclo de vida o se tiende a recurrir en el reacomodo de las instalaciones, decisión que podría resultar bastante onerosa. El estudio de la localización también es un elemento vital para el análisis de proyectos nuevos o de expansión desde el punto de vista financiero-económico.

### **1- FACTORES QUE AFECTAN LA LOCALIZACION**

Una buena localización de instalaciones requiere de un estudio detallado de los factores que la puedan afectar tanto del punto de vista de la superlocalización, como de la macrolocalización o desde el punto de vista de la microlocalización. Se dice que se necesita de un estudio detallado desde el punto de vista de la superlocalización, cuando se presentan casos de organizaciones transnacionales que deben escoger a nivel mundial una nación o país que posea ciertos patrones atractivos que definan la escogencia definitiva de una planta productora o una sucursal para la expansión de sus operaciones.

Se suele llamar estudios de macrolocalizacion, cuando una empresa de carácter nacional analiza varias regiones dentro de una nación o país determinado para fijar sus operaciones de producción o de servicios. En nuestro país son innumerables las empresas que han recurrido a un severo estudio de los factores que van en pro o en contra de la escogencia de una región que

les permita ubicar plantas para extender sus actividades. La Polar, El Banco Mercantil y Promasa son unos pocos ejemplos de esta situación.

Cuando una empresa ha escogido una región que le resulta conveniente para sus operaciones, entonces procederá a llevar a cabo un estudio detallado de las posibles ciudades, poblaciones o emplazamientos de su interés que se encuentren dentro de la región que se está analizando. A este estudio suele designársele con el nombre de microlocalización. Es importante destacar que estas diferentes clasificaciones que se introducen en el estudio de la ubicación de instalaciones obedece al grado de desarrollo de los países y de las organizaciones, ya que mientras más grandes sean estas últimas, más cuidadosos y más costosos serán los estudios necesarios que se deberán tomar en cuenta a la hora de ampliar sus operaciones. A continuación se procederá a discriminar los factores más comunes que se pueden presentar a la hora de llevar a cabo un estudio de la ubicación de instalaciones.

### 1. 1.- Factores que afectan la superlocalización

#### 1.1.1.- Aspectos Culturales de un País.

Es indudable deducir, que este aspecto podría convertirse en un serio problema para que una empresa pueda expandir sus operaciones. Alrededor del planeta existen costumbres, hábitos y formas de vida propias de cada nación que aunque puedan presentar elementos atractivos para el funcionamiento de una organización productiva, el solo hecho de que la población no acepte estas actividades o el producto final de un determinado proceso de transformación, hace imposible pensar en la factibilidad de su ubicación en el país que se esté analizando. Un ejemplo claro lo constituye la instalación de un complejo industrial que se dedique a la producción de conservas de carnes en la India; este país tiene como tradición el no consumir productos provenientes de ciertos tipos de animales para el consumo humano; instalar procesos de producción en este país significaría desperdicio de la demanda local y el correspondiente rechazo de la población.

#### **1.1.2.- Restricciones Jurídicas y Gubernamentales.**

Cada país presenta sus propias normas y restricciones jurídicas. Una empresa transnacional que tenga intenciones de extenderse hacia una nación específica, tiene que respetar los reglamentos y edictos gubernamentales propios de su legislación; si existe un proceso productivo que viole en su infraestructura estas condiciones, evidentemente que todo esfuerzo de instalación sería inútil. Esta situación se está presentando actualmente en Bolivia en donde a los campesinos por tradición, se les permite el cultivo de la coca con fines anestésicos; en otras legislaciones latinoamericanas y mundiales simplemente esta actividad se encuentra regulada o limitada por disposiciones legales.

#### **1.1.3.- Crecimiento y expansión a nivel mundial del movimiento ecologista**

Para nadie es un secreto los constantes tropiezos que están atravesando las industrias que tienen que ver con la generación de la energía termonuclear, con los fluorocarbonos o con la combustión de insumos fósiles. Gobiernos, pobladores y tendencias concientizadoras actuales presionan cada día más sobre él deber de preservar la naturaleza. Es un punto de vista muy serio ya que en realidad el planeta está padeciendo en estos dos últimos siglos los males resultantes de la Revolución Industrial. La nueva tendencia es producir tomado en cuenta el impacto ecológico, elemento básico del denominado Desarrollo Sustentable.

#### **1.1.3.- Condiciones Climáticas y Ambientales de un País.**

Algunos procesos de producción dependen de estados climáticos y de temperaturas específicas como característica y peculiaridad del proceso que se desea implantar. No es lo mismo producir suéteres de lana en Sudáfrica que fabricarlos en el altiplano boliviano.

### **1.2.- Factores que afectan la macrolocalización.**

#### **1.2.1.- Ubicación en Parques Industriales.**

En el caso venezolano, diferentes gobiernos han tenido la sana intención de reactivar el aparato productivo del país creando incentivos mediante la concepción de parques industriales. Dichos parques poseen características que facilitan la instalación de procesos de transformación. Galpones, servicios públicos, financiamiento y rebajas impositivas pueden ser algunos de los elementos atractivos que se deben tomar en cuenta a la hora de escoger una región específica con respecto a otra. En nuestro país, muchas son las regiones en cuyas ciudades se crearon parques industriales con el fin de atraer inversionistas que fomentaran la producción nacional. Valencia, Maracaibo y Mérida representan un claro de este aspecto.

#### 1.2.2.- Centros de Generación de Fuentes de Energía

La mayoría de los grandes procesos de transformación necesitan de grandes cantidades de energía. Este es un factor decisivo para la ubicación definitiva de una planta, pues representan un alto costo de producción. Es por esto, que las empresas en la mayoría de los casos prefieren ubicarse en aquellas regiones que ofrezcan los recursos energéticos necesarios para su funcionamiento, que escoger una región que le ofrezca un mercado consumidor cercano. En nuestro país esta caso sucede con Siderúrgica del Orinoco (SIDOR), que necesita de la energía eléctrica generada por el complejo hidroeléctrico del Gury.

#### 1.2.3.-Mercado Consumidor y Fuentes de Abastecimiento de Insumos.

Depende de las características del producto final o del insumo. Si es un bien perenne o por el contrario es un artículo que tiende a dañarse con el transcurrir del tiempo, las empresas se instalarán lo más cercano posible de aquel factor que le reduzca los costos por posibles pérdidas en su utilización. También los costos de transporte tanto de la materia prima como del producto terminado hacen pensar muy seriamente el análisis de ubicación de instalaciones a fin de optimizar las operaciones de las empresas.

#### 1.2.4.- Disponibilidad y Costo de los Terrenos

Algunas industrias necesitan para desarrollo normal de sus actividades, de grandes extensiones de terrenos. Este factor se puede convertir en un grave problema para algunas regiones de un determinado país, ya que los costos de este factor pueden cambiar considerablemente de una región a otra. También debe tenerse en cuenta las limitantes que se puedan presentar cuando las necesidades de terrenos sean cada vez mayores cuando una empresa decida ubicarse dentro de un casco urbano. Este fenómeno ocurrió en la década de los 80 con la empresa Cementos la Vega ubicada al sudoeste de Caracas. Las necesidades de terrenos crecieron, pero no se pudieron satisfacer debido a la alta concentración urbana.

#### 1.3.- Factores que afectan la microlocalización.

##### 1.3.1.- Disponibilidad de Servicios Públicos.

Al escoger un sitio específico dentro de una región determinada habrá que pensar en servicios de salubridad, religiosos y de comunicación, entre otros. Si la empresa requiere de un personal especializado es lógico pensar que este exigirá los mínimos requerimientos de servicios públicos. Este factor será decisivo a la hora de escoger una población con respecto a otra.

##### 1.3.2.- Disponibilidad de la Mano de Obra.

Una vez seleccionada la región en donde se desea ubicar la instalación de producción, se procederá a un estudio concreto relacionado con el tipo de mano de obra necesaria para poderlo poner en marcha. En algunos procesos será necesario la utilización de mano de obra especializada; en otros, la incidencia de grandes conglomerados de personas poco entrenadas en un oficio determinado, representará un factor de vital importancia. Lo cierto del caso es que no todas las ciudades, poblados o emplazamientos podrían contar con la mano de obra necesaria o acorde con las características propias de un proceso de transformación en particular. Existe una relación costo-especialización que hay que tomar muy en cuenta, y esta misma relación se

puede convertir en un factor determinante para la ubicación definitiva del proceso de transformación. Si la mano de obra necesaria escaseara o simplemente llegara a representar un costo significativo de operación, entonces se tiene que repensar en otra ubicación estratégica que satisfaga plenamente las características propias del proceso en cuestión.

#### 1.3.3.- Vías de acceso y transporte urbano y/o rural aceptables.

El buen estado de las vías de comunicación así como la existencia de una red completa de servicios de transporte pueden hacer la diferencia entre una población y otra. Para las labores diarias, se necesita fluidez en el transporte a fin de evitar retrasos del personal en la asistencia del trabajo, suministro a tiempo de los insumos y colocación oportuna de los productos terminados en los centros de consumo.

Los factores descritos y clasificados anteriormente, representan una aproximación de los elementos más importantes que se deben tener en cuenta para una idónea localización de instalaciones. Es conveniente aclarar que estos factores pueden estar presentes independientemente de la clasificación que se les asigne. Por ejemplo, las condiciones climáticas constituyen un factor que puede estar presente desde el punto de vista de la macrolocalización como desde el punto de vista de la microlocalización. Lo que se ha querido señalar con esta clasificación, es la jerarquización de los factores como elementos decisivos en una decisión final de ubicación de procesos de transformación.

## **2.- HERRAMIENTAS QUE PERMITEN REFORZAR LA DECISION DE UBICACION DE INSTALACIONES**

Existen diferentes herramientas ya sean de tipo cualitativo como de tipo cuantitativo que permiten apoyar las decisiones de ubicación de instalaciones. La Técnica del grupo Nominal y el método de las ponderaciones son algunas de las herramientas de carácter cualitativo ideales en el refuerzo de la toma de decisiones de localización. En el método de las ponderaciones el

procedimiento para su elaboración señala que se someten a diferentes puntuaciones, diversos factores que se consideran importantes para la selección de un sitio o lugar acorde con las necesidades del proceso de fabricación. El sitio ganador será aquel al que le corresponda una sumatoria mayor, resultante de los pesos relativos asignados previamente a los factores atractivos que el lugar ofrezca. Otras herramientas que refuerzan la decisión de la localización muy comunes utilizadas en este tipo de estudio, son el denominado Método de Transporte y el Método del Análisis de los Costos que se detallan a continuación.

### 2.1.- Método de transporte

Es una técnica matemática derivada de la Investigación de Operaciones cuyo objetivo fundamental es el de optimizar las actividades de localización y distribución. Para nuestro tema, este método es importante ya que puede solucionar casos en los cuales los costos de transporte y distribución son un problema para la localización de instalaciones de producción. El método puede encontrar una solución óptima a dos casos especiales:

- a) Cuando una empresa posee dos o más alternativas de ubicación de una nueva planta, sucursal o almacén. La empresa tiene que tomar la decisión de seleccionar una ubicación entre las diferentes alternativas que se le presentan.
- b) Cuando una empresa ya posee las instalaciones en distintos lugares estratégicos y tiene que abastecer a distintos centros de consumo. El dilema se presenta cuando no se sabe con certeza qué centro o centros de producción deben abastecer a qué centros de consumo. Esta técnica matemática da una solución óptima a estos dos tipos de casos.

El método de transporte posee varios algoritmos de solución que concluyen con un mismo resultado. La regla de la esquina nororiental, el método de Vogel y el método de aproximación entre otros, son algunos de los algoritmos más utilizados. Claro, es importante destacar que para fines de este capítulo trabajaremos bajo el supuesto de que los requerimientos son iguales a los ofrecimientos. Cuando esta condición cambia, puede ser que un algoritmo sea más conveniente que otro para la optimización del problema.

Con fines didácticos se utilizará el algoritmo de la esquina nororiental para la solución de los ejemplos ilustrativos. A continuación se presenta un ejercicio detallando los pasos recomendados para su solución, no sin antes recomendar la utilización de paquetes tecnológicos como el Quantitative System for Business Plus bajo ambientación Windows (WinQSB) de la editorial Prentice Hall Inc.

**Ejemplo Problema.** Supongamos el caso de una famosa industria embotelladora de refrescos gaseosos cuya casa central está establecida en la ciudad de Caracas. Esta industria posee actualmente para la región andina, una embotelladora ubicada en la ciudad de Valera y otra ubicada en la ciudad de Barinas. Los estudios de mercado muestran la necesidad de situar otra embotelladora que pueda surtir de forma eficiente el mercado sur de la región. Se han efectuado investigaciones minuciosas de los factores de localización exceptuando los de transporte, que han dado como resultado la ubicación posible en las ciudades de San Cristóbal y El Vigía. Se posee actualmente almacenes en esas ciudades y terrenos disponibles para la construcción de la fábrica, lo que ahorraría los fletes en esas ciudades. La producción actual de la fábrica de Valera es de 350.000 embarques mensuales, la de Barinas de 450.000 y la necesidad del mercado andino en su totalidad es de 1.300.000 embarques con tendencia al crecimiento. A continuación se discriminan las capacidades de almacenamiento de las principales ciudades de la región andina y las capacidades de producción de las ciudades antes descritas, así como la estimación de los costos de transporte unitarios por embarque de las fábricas a los diferentes almacenes.

#### **Información de la oferta y la demanda de embarques entre las diferentes ciudades de la región andina y los costos de transporte ínter fábrica-almacén**

Almacenes Fábricas	Barinas	El Vigía	Mérida	San Cristóbal	Trujillo	Valera	Oferta (en embarques)
Valera	Bs. 90	Bs.. 65	Bs. 72	Bs. 120	Bs. 15	-----	350.000
Barinas	-----	Bs. 105	Bs. 92	Bs. 30	Bs. 115	Bs. 119	450.000
San Cristóbal	Bs. 30	Bs. 40	Bs. 50	-----	Bs. 125	Bs. 120	500.000
El Vigía	Bs. 105	-----	Bs. 20	Bs. 40	Bs. 75	Bs. 65	500.000
Demanda (en embarques)	200.000	250.000	150.000	300.000	150.000	250.000.	1.300.000

Pasos para la solución.

1) Elaboración de la matriz inicial. Se construye una matriz inicial que refleje la información necesaria para la solución del problema. Posteriormente se comienza a distribuir desde la parte superior derecha de la matriz, respetando los requerimientos de la demanda en las columnas, con los ofrecimientos de las filas. Este proceso termina en la parte inferior izquierda de la matriz, de allí el nombre de algoritmo de la esquina nororiental. Este representara la primera parte de la solución del problema, que consiste en la comparación de las fábricas existentes con la posible ubicación en San Cristóbal. Con esta distribución inicial los costos totales ascienden a Bs. 106.800.000.

**Tabla I**

Almacenes Fábricas	Barinas	El Vigía	Mérida	San Cristóbal	Trujillo	Valera	Oferta (en embarques)
Valera	90 200.000	65 150.000	72	120	15	0	350.000
Barinas	0 100.000	105 150.000	92 200.000	30	115	119	450.000
San Cristóbal	30 100.000	40 150.000	50 250.000	0 125	125 150.000	120 250.000	500.000
Demanda (en embarques)	200.000	250.000	150.000	300.000	150.000	250.000.	1.300.000

2) Identificación de rutas y cálculos de valores de optimización. La primera distribución de los embarques, aunque obedece a una metodología ordenada, no garantiza una solución óptima. Para ello se deben hacer cálculos previos que permitan visualizar el grado de avance en la solución del problema. Para optimizar se tiene que reconocer las celdas vacías de las colmadas con embarques. A las celdas vacías hay que identificarles la ruta de costo. Dicha ruta será demarcada con los límites de las celdas colmadas, esto quiere decir que se colocarán signos alternativamente de más y menos empezando con el signo más en la celda vacía y regresando alrededor de la celda vacía coincidiendo con el signo más conque se había iniciado la ruta. No se permiten cruces diagonales en la ruta y los límites tienen que ser los extremos de las celdas colmadas, sin tomar en cuenta paradas que se encuentren en la línea recta de la ruta.

A continuación se muestran tres ejemplos del cálculo de los valores de celdas vacías:

- a) La ruta del valor de 20: Está conformada por los costos de las celdas colmadas con embarques de 150.000, 100.000 y 150.000. Esto quiere decir, que se comenzará con el signo positivo en la celda vacía; a 150.000 le corresponderá menos, a 100.000 más y a 150.000 menos para regresar a la celda vacía con más. Los costos correspondientes, tomando en cuenta los signos serán:  $72-92+105-65=20$
- b) La ruta del valor de -110: Conformada por los costos de las celdas colmadas con embarques de 250.000, 100.000, 200.000, 100.000 y 150.000. Se comenzará con el signo positivo de la celda vacía con el signo más. Le corresponderá menos a 250.000, más a 100.000, menos a 200.000, más a 100.000 y menos a 150.000 para regresar a la celda vacía con más. Los costos correspondientes, tomando en cuenta los signos serán:  $0-120+0-30+105-65= -110$ .
- c) La ruta del valor de -130: Los costos de las celdas colmadas contienen embarques de 200.000, 150.000 y 100.000. Los signos se colocarán alternativamente como en los casos anteriores. Tomando en cuenta los costos involucrados para los cálculos tenemos:  $0-90+65-105= -130$ .

**Tabla II**

Almacenes Fábricas	Barinas	El Vigía	Mérida	San Cristóbal	Trujillo	Valera	Oferta (en embarques)
Valera	90 200.000	65 150.000	72 20	120 130	15 -100	0 -110	350.000
Barinas	0 -130	105 100.000	92 150.000	30 200.000	115 -40	119 -31	450.000
San Cristóbal	30 -70	40 -35	50 -12	0 100.000	125 150.000	120 250.000	500.000
Demanda (en embarques)	200.000	250.000	150.000	300.000	150.000	250.000.	1.300.000

- 3) Elaboración de tablas adicionales optimizadas. Una vez calculados los valores de las celdas vacías, se procede a realizar mejoras en la distribución. El procedimiento consiste en elaborar tablas adicionales que muestren paulatinamente resultados en todas sus celdas vacías con valores positivos o de cero, en caso de que estemos minimizando costos. Para cumplir con

Este propósito se procede a identificar el valor negativo más alto de las celdas vacías, se le define la ruta de nuevo y se procede a visualizar el embarque de menor cuantía que este identificado con un signo menos dentro de la ruta. Este valor se suma o se resta alternativamente a los valores restantes de la ruta. Por ejemplo, el valor más negativo de las celdas vacías de la tabla anterior es de -130. Su ruta fue identificada en el ejemplo anterior, de tal manera que el embarque de menor cuantía con un signo menos es de 100.000. Si seguimos con el procedimiento, entonces los valores de la ruta quedarán de la siguiente forma empezando por lo que era antes una celda vacía: 100.000, 100.000, 250.000 y 0. Los demás embarques quedarán iguales.

**Tabla III**

Almacenes Fábricas	Barinas	El Vigía	Mérida	San Cristóbal	Trujillo	Valera	Oferta (en embarques)
Valera	90 100.000	65 250.000	72 -110	120 0	15 -230	0 -240	350.000
Barinas	0 100.000	105 130	92 150.000	30 200.000	115 -40	119 -31	450.000
San Cristóbal	30 60	40 0	50 -12	0 100.000	125 150.000	120 250.000	500.000
Demanda (en embarques)	200.000	250.000	150.000	300.000	150.000	250.000.	1.300.000

Los costos totales de esta tabla se reducen a Bs. 93.800.000. Es importante señalar que cuando a una celda vacía efectivamente no se le encuentra ruta de costos, entonces el resultado de dicha celda será de cero.

4) Continuidad del método. Calculados los valores de las nuevas celdas vacías se seguirá paulatinamente con el procedimiento anteriormente descrito, hasta lograr una tabla donde los resultados sean todos positivos o cero. La tabla con estos resultados será la última y a la vez la óptima.

**Tabla IV**

Almacenes Fábricas	Barinas	El Vigía	Mérida	San Cristóbal	Trujillo	Valera	Oferta (en embarques)
Valera	90 240	65 250.000	72 130	120 240	15 10	0 100.000	350.000
Barinas	0 200.000	105 -110	92 150.000	30 100.000	115 -40	119 -31	450.000
San Cristóbal	30	40	50	0	125	120	500.000

	60	-145	-12	200.000	150.000	150.000	
Demanda (en embarques)	200.000	250.000	150.000	300.000	150.000	250.000.	1.300.000

Los costos totales de esta tabla se reducen a Bs. 69.800.000.

**Tabla V**

Almacenes Fábricas	Barinas	El Vigía	Mérida	San Cristóbal	Trujillo	Valera	Oferta (en embarques)
Valera	90 0	65 100.000	72 0	120 95	15 -135	0 250.000	350.000
Barinas	0 200.000	105 35	92 150.000	30 100.000	115 -40	119 0	450.000
San Cristóbal	30 60	40 150.000	50 -12	0 200.000	125 150.000	120 145	500.000
Demanda (en embarques)	200.000	250.000	150.000	300.000	150.000	250.000.	1.300.000

Los costos totales de esta tabla se reducen a Bs. 48.050.000.

**Tabla VI**

Almacenes Fábricas	Barinas	El Vigía	Mérida	San Cristóbal	Trujillo	Valera	Oferta (en embarques)
Valera	90 230	65 135	72 120	120 230	15 100.000	0 250.000	350.000
Barinas	0 200.000	105 35	92 150.000	30 100.000	115 -40	119 0	450.000
San Cristóbal	30 60	40 250.000	50 -12	0 200.000	125 50.000	120 10	500.000
Demanda (en embarques)	200.000	250.000	150.000	300.000	150.000	250.000.	1.300.000

Los costos totales de esta tabla se reducen a Bs. 33.050.000.

**Tabla VII**

Almacenes Fábricas	Barinas	El Vigía	Mérida	San Cristóbal	Trujillo	Valera	Oferta (en embarques)
Valera	90 190	65 95	72 80	120 190	15 100.000	0 250.000	350.000
Barinas	0 200.000	105 35	92 150.000	30 50.000	115 50.000	119 19	450.000
San Cristóbal	30 60	40 250.000	50 -12	0 250.000	125 40	120 50	500.000
Demanda (en embarques)	200.000	250.000	150.000	300.000	150.000	250.000.	1.300.000

Los costos totales de esta tabla se reducen a Bs. 32.550.000.

**Tabla VIII**

Almacenes Fábricas	Barinas	El Vigía	Mérida	San Cristóbal	Trujillo	Valera	Oferta (en embarques)
Valera	90 190	65 95	72 92	120 190	15 100.000	0 250.000	350.000
Barinas	0 200.000	105 35	92 12	30 200.000	115 50.000	119 19	450.000
San Cristóbal	30 60	40 250.000	50 150.000	0 100.000	125 40	120 50	500.000
Demanda (en embarques)	200.000	250.000	150.000	300.000	150.000	250.000.	1.300.000

Conclusión parcial. Si se toma la decisión de localizar la nueva embotelladora en la ciudad de San Cristóbal los costos por transporte ascenderían en Bs. 30.750.000, ya que la tabla ocho posee valores positivos en la totalidad de las celdas vacías.

Comparación con la ubicación en El Vigía.

**Tabla I**

Almacenes Fábricas	Barinas	El Vigía	Mérida	San Cristóbal	Trujillo	Valera	Oferta (en embarques)
Valera	90 200.000	65 150.000	72 20	120 130	15 -10	0 -15	350.000
Barinas	0 -130	105 100.000	92 150.000	30 200.000	115 50	119 64	450.000
El Vigía	105 -35	0 -115	20 -82	40 100.000	75 150.000	65 250.000	500.000
Demanda (en embarques)	200.000	250.000	150.000	300.000	150.000	250.000.	1.300.000

Costos totales de la tabla I ascienden a Bs. 89.550.000.

**Tabla II**

Almacenes Fábricas	Barinas	El Vigía	Mérida	San Cristóbal	Trujillo	Valera	Oferta (en embarques)
Valera	90 100.000	65 250.000	72 -110	120 0	15 -140	0 -145	350.000
Barinas	0 100.000	105 130	92 150.000	30 200.000	115 50	119 64	450.000
El Vigía	105 95	0 0	20 -82	40 100.000	75 150.000	65 250.000	500.000
Demanda (en embarques)	200.000	250.000	150.000	300.000	150.000	250.000.	1.300.000

Los costos totales de esta tabla se reducen a Bs. 76.550.000.

**Tabla III**

Almacenes Fábricas	Barinas	El Vigía	Mérida	San Cristóbal	Trujillo	Valera	Oferta (en embarques)
Valera	90 145	65 250.000	72 35	120 145	15 5	0 100.000	350.000
Barinas	0 200.000	105 -15	92 150.000	30 100.000	115 50	119 64	450.000
El Vigía	105 95	0 -130	20 -82	40 200.000	75 50.000	65 250.000	500.000
Demanda (en embarques)	200.000	250.000	150.000	300.000	150.000	250.000.	1.300.000

Los costos de esta tabla se reducen a Bs. 62.050.000.

**Tabla IV**

Almacenes Fábricas	Barinas	El Vigía	Mérida	San Cristóbal	Trujillo	Valera	Oferta (en embarques)
Valera	90 0	65 100.000	72 0	120 15	15 -125	0 250.000	350.000
Barinas	0 200.000	105 0	92 150.000	30 100.000	115 50	119 0	450.000
El Vigía	105 95	0 150.000	20 -82	40 200.000	75 150.000	65 130	500.000
Demanda (en embarques)	200.000	250.000	150.000	300.000	150.000	250.000.	1.300.000

Los costos totales de esta tabla se reducen a Bs. 42.550.000.

**Tabla V**

Almacenes Fábricas	Barinas	El Vigía	Mérida	San Cristóbal	Trujillo	Valera	Oferta (en embarques)
Valera	90 0	65 125	72 30	120 70	15 100.000	0 250.000	350.000
Barinas	0 200.000	105 115	92 150.000	30 100.000	115 50	119 0	450.000
El Vigía	105 95	0 250.000	20 -82	40 200.000	75 50.000	65 0	500.000
Demanda (en embarques)	200.000	250.000	150.000	300.000	150.000	250.000.	1.300.000

Los costos totales de esta tabla se reducen a Bs. 30.050.000.

**Tabla VI**

Almacenes Fábricas	Barinas	El Vigía	Mérida	San Cristóbal	Trujillo	Valera	Oferta (en embarques)
Valera	90 0	65 125	72 112	120 160	15 100.000	0 250.000	350.000
Barinas	0 200.000	105 115	92 82	30 250.000	115 50	119 0	450.000
El Vigía	105 95	0 250.000	20 150.000	40 50.000	75 50.000	65 5	500.000
Demanda (en embarques)	200.000	250.000	150.000	300.000	150.000	250.000.	1.300.000

Conclusión parcial: Obedeciendo la metodología de solución, podemos observar claramente que en la tabla VII los valores de las celdas vacías toman valores positivos y nulos lo que significa que esta es la tabla óptima. Si la casa central decide ubicar la embotelladora en la ciudad de El Vigía, los costos de transporte ascenderán solamente a Bs. 17.750.000.

*Conclusión..* Comparando los costos de transporte de las ciudades de San Cristóbal y El Vigía, la casa matriz decidirá ubicarse en la ciudad del El Vigía por resultar con menores costos. Con los resultados de este problema se demuestra que el método de transporte representa una excelente herramienta para localizar instalaciones tomando solo en cuenta los costos de transporte entre los diferentes sitios considerados en el estudio. Adicionalmente, se tiene que considerar cuando en la última tabla se presenta un valor nulo; aunque el resultado sea el óptimo ello nos indica que no es la única solución óptima. Otras herramientas que toman en consideración otros factores de localización se ofrecen al administrador a fin de facilitarle su decisión final de ubicación de instalaciones.

## 2.2.- Método del análisis de los costos.

Este método posee la gran ventaja sobre cualquier otro, ya que conjuga varios factores que afectan la localización desde el punto de vista monetario. Su aplicación es simple ya que consiste en sumar los costos de ubicación de los factores que se tienen que tomar en cuenta en cada sitio atractivo para la instalación de un proceso de transformación, sucursal u oficina de operaciones.

Ubicar una nueva instalación, tomando en cuenta solamente los costos puede ser engañoso. Se dice que puede ser engañoso porque como se desarrolló al comienzo del capítulo, existen otros factores de carácter poco tangible y más psicológico que pueden afectar definitivamente la decisión final de localización. Es por esta razón que se desarrollará un ejemplo pero advirtiendo la situación anteriormente considerada.

**Ejemplo problema.** Una empresa transnacional ha terminado de estudiar los factores que afectan la localización de una planta industrial a nivel macroeconómico. Pretende ubicarse en una ciudad de las tantas que se encuentran dentro de una región que posee atractivos para la localización de su planta. Tres ciudades se presentan como candidatas de elección sobre la base de recolección de datos expresados en costos de inversión, Costos fijos anuales y costos variables unitarios que se discriminan a continuación:

Costos	Ciudades		
	A	B	C
Costo del terreno (millones Bs.)	50,00	48,00	52,25
Costo de la construcción (millones de Bs.)	75,25	80,48	81,75
Costo de las maquinarias (millones de Bs.)	40,10	53,40	45,80
Costo de los insumos (Bs./unidad)	4.000	5.000	3.500
Costo del agua (Bs./año)	300.000	260.000	295.000
Costo de la energía (millones de Bs./año)	52,00	51,23	51,12
Costo de la mano de obra(Bs./unidad)	4.300	5.216	4.780
Impuestos estimados(millones de Bs./año)	3,00	3,25	3,50
Envases (Bs./unidad)	250	260	240
Depreciación (millones Bs./año)	4,01	5,34	4,58
Publicidad (Bs./año)	951.000	825.000	812.000
Costos de transporte (Bs./año)	300.000	310.000	300.000
Seguros (Bs./unidad)	0.5	0.49	0.45

Se considera que los demás costos permanecen constantes en estas ciudades y por lo tanto no otorgan poder de decisión para la localización. Luego, se establecen los costos de inversión y de operación para las ciudades señaladas, tomando en cuenta una producción de 2.000 unidades al año.

**Solución:** Para calcular los costos fijos y variables independientemente de los costos de inversión se usará la siguiente fórmula:

$$C.T.= C.F.T.+C.V.U.x Q.$$

Donde:

- C.T.: Costos Totales
- C.F.T.: Costos fijos totales
- C.V.U.: Costos variables unitarios.
- Q.: Cantidad a producir.

La sumatoria de los costos Fijos para cada ciudad:

Ciudad A: 60.561.000 Bs.      Ciudad B: 61.215.000 Bs.      Ciudad C: 60.607.000 Bs.

La sumatoria de los costos variables unitarios para cada ciudad:

Ciudad A: 8.550,50 Bs/unidad Ciudad B: 10.476,49 Bs./unidad Ciudad C: 8.520,45Bs./unidad

La sumatoria de los costos de inversión para cada ciudad:

Ciudad A: 165.350.000 Bs. Ciudad B: 181.880.000 Bs. Ciudad C: 179.800.000 Bs.

C.T. (Ciudad A)= 60.561.000 Bs.+8.550,50 Bs/unidad x 2.000 unidades

C.T. (Ciudad A)= 60.561.000 Bs.+17.101.000 Bs.

C.T. (Ciudad A)= 77.662.000 Bs.

C.T.(Ciudad B)= 61.215.000 Bs.+10.476,49 Bs./unidad x 2.000 unidades

C.T.(Ciudad B)= 61.215.000 Bs.+20.952.980 Bs.

C.T (Ciudad B)= 82.167.980 Bs.

C.T.(Ciudad C)= 60.607.000 Bs.+8520.45 Bs./unidad x 2.000 unidades

C.T.(Ciudad C)= 60.607.000 Bs.+17.040.900 Bs.

C.T.(Ciudad C)= 77.647.900 Bs.

	Ciudad A	Cuidad B	Ciudad C
Costos de inversión	165.350.000	181.880.000	179.800.000
Costos de operación	77.662.000	82.167.980	77.647.900
Costos globales	243.012.000	264.047.980	257.447.900

*Conclusión.* A primera vista la empresa transnacional decidirá ubicarse en la ciudad A, pero hay que tener cuidado ya que los costos de operación son menores en la ciudad C y esto podría influir

en la decisión definitiva porque cada año se incurrirían en menores costos y por lo tanto la inversión se recuperaría más rápido dependiendo de la vida útil de la planta.

Los métodos estudiados en este capítulo solo toman en cuenta factores cuantitativos. Pero también es importante tener en cuenta aspectos psicológicos, culturales y demás aspectos subjetivos que pueden llegar a representar un verdadero dilema en la decisión definitiva de ubicación.

### 3.- EJERCICIOS

1- Supóngase la situación de distribución de la Pepsi-Cola. Existen tres fábricas ubicadas en Barinas, El Vigía, y Valera que fabrican algunos productos idénticos. Hay cinco puntos principales de distribución que atienden diversas áreas de mercado en Mérida, San Cristóbal, San Carlos, Trujillo y Tovar. Los datos para el problema ilustrativo se muestran posteriormente. Se tienen 46.000 cajas por semana disponibles en la planta de Barinas, 20.000 en la planta de El Vigía y 34.000 en la planta de Valera para un total de 100.000 cajas de bebidas para negocios a la semana. La demanda de los cinco centros de mercado se indica a continuación:

	Mérida	San Cristóbal	San Carlos	Trujillo	Tovar
Demanda	27.000	16.000	18.000	10.000	29.000

Costos de transporte

por caja	Mérida	San Cristóbal	San Carlos	Trujillo	Tovar
Barinas	18	16	12	28	54
El Vigía	24	40	36	30	42
Valera	22	12	16	48	44

Asigne los productos disponibles en las tres fábricas a los cinco centros de distribución de manera que satisfaga la demanda y se minimicen los costos de distribución para el sistema.

2- Resuelva el problema siguiente de distribución de suministros entre las demandas, a un costo mínimo.

Suministros	Unidades	Demandas	Unidades
A	150	1	90
B	40	2	70
C	80	3	50
		4	60

3- Una compañía tiene tres plantas de manufacturación 1, 2 y 3, que pueden producir un mismo producto que son distribuidos en los cuatro centros diferentes de consumo A, B, C y D. Como se muestra en la tabla los diferentes costos de distribución de cada planta hacen variar la ganancia de cada centro de consumo:

Planta	Ganancia por unidad				Capacidad en unidades/semana
	A	B	C	D	
1	22	26	20	21	450
2	21	24	20	21	300
3	18	20	19	20	250

La demanda de los diferentes centros de consumo es A 240, B 340, C 150 y D 270 unidades respectivamente. Se pide determinar la cantidad de producto de cada planta que debe ser distribuido en los diferentes centros de consumo, con el objeto de maximizar la ganancia.

4- Se desea instalar una planta para producir un determinado rubro, con una capacidad de producción de 7.000 toneladas anuales.

Se consideran dos sitios probables para su instalación: Acarigua o Valencia

Los materiales directos se obtienen de una empresa ubicada en Acarigua, por lo que una localización de una planta en esa ciudad permitiría ahorrar el transporte del material.

A continuación se presentan los requerimientos de esa industria y los costos de esas ciudades:

REQUERIMIENTOS		ACARIGUA	VALENCIA
Terreno	10.000 m <sup>2</sup>	20.000 Bs./m <sup>2</sup>	23.000 Bs./m <sup>2</sup>
Edificio	3.000 m <sup>2</sup>	60.000 Bs./m <sup>2</sup>	70.000 Bs./m <sup>2</sup>
Consumo de energía	520 Kw-h/ton. M.P.	33 Bs./Kw-h	22,8 Bs./Kw-h
Agua	1,8 m <sup>3</sup> /ton. de prod.	880 Bs./m <sup>3</sup>	895 Bs./m <sup>3</sup>
Envases	50 unid./ton. de prod.	112 Bs/unid.	110 Bs./ unid.
Materia prima	0.7 ton.-M.P./ton. de prod.		
Depreciación	15 años		
Distancia	Valencia-Acarigua 158 Km.		

## BIBLIOGRAFIA

BORJAS, Francisco: Plantas Industriales y Manejo de Materiales I, Valencia, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo. 1989.

BUFFA, Elwood y Rakesh Sarin: Administración de la Producción y de las Operaciones, México, Editorial Limusa, 1992, 932 págs.

CERTO, Samuel: Administración Moderna, Caracas, Nueva Editorial Interamericana, 1984, 628 págs.

EVERET E. Adam y Ronal Ebert: Administración de la producción y de las operaciones, México, Editorial Prentice Hall internacional, Cuarta Edición, 1992, 739 págs.

TAWFIK, L. y A. M. Chauvel: Administración de la Producción, México, Editorial Mc Graw Hill, 1994, 404 págs.