

88120

6
2g



UNIVERSIDAD ANAHUAC
VINCE IN BONO MALUM

ESCUELA DE ACTUARIA

**LA SELECCION DE CIUDADES VIABLES PARA RESOLVER EL PROBLEMA
DE LA DESCONCENTRACION EN MEXICO**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL TITULO DE

ACTUARIO

PRESENTA EL ALUMNO:

IGNACIO NAIME NEMER

ASESOR:

ACT. GERARDO SAN ROMAN MUÑOZ

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D.F. 1991.



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	Pag.
Introducción.	6
Capítulo I.- Generalidades	12
a).- Planteamiento del problema.	13
b).- Factores sociales, económicos y demográficos a considerar.	17
Agua,	
Comunicación,	
Migración,	
Población,	
Desconcentración,	
Reserva territorial,	
Acciones de vivienda,	
Prestación de servicios,	
Polos de desarrollo,	
Atención a zonas críticas.	
Capítulo II.- Planteamiento Metodológico del Problema.	21
a).- Identificación de ciudades potenciales para la desconcentración.	22
a.1).- Distribución Rango-Tamaño.	22
a.2).- Hechos estadísticos importantes.	23
a.3).- Dinámica demográfica de las ciudades intermedias.	24

a.4).- Distribución Rango-Tamaño en México.	26
a.5).- Distribución Rango-Tamaño de las 37 ciudades más grandes de México.	35
b).- Evaluación de los factores seleccionados que intervienen a favor de la desconcentración de las ciudades potenciales.	36
 Capítulo III.- Solución del problema.	43
a).- El modelo de optimización.	44
a.1).- Definiciones básicas.	44
a.2).- Función de costo.	46
a.3).- Matriz de utilidad mínima.	50
a.4).- Matriz función de costo de utilidad inicial.	52
a.5).- Matriz función de costo de utilidad mínima.	53
a.6).- Matriz función de costo de diferencia.	54
a.7).- Matriz diferencial de utilidades.	56
a.8).- Matriz promedio aninado.	59
b).- La selección de ciudades viables para la desconcentración.	61
b.1).- Aplicación de los modelos de teoría de juegos para la selección de ciudades viables para la desconcentración.	62
 Conclusiones.	69
 Bibliografía.	77

INTRODUCCION

I N T R O D U C C I O N

El propósito fundamental de la tesis es el determinar cuales son las ciudades del país que ofrezcan las mejores alternativas para desconcentrar a la población, sustentándolo en el análisis de los principales factores que determinan la dinámica de desarrollo regional, entendiéndose por esto el desarrollo económico que en una sociedad induce el desarrollo político, social y educativo de una población.

La tesis se desarrolla en cuatro capítulos (I.- Generalidades, II.- Planteamiento Metodológico del problema, III.- Solución del problema, y finalmente un capítulo de conclusiones). A continuación se hace una breve descripción de cada capítulo.

I.- Generalidades.

I.a).- planteamiento del problema.

Dentro del capítulo primero de la tesis se hará el planteamiento del problema; y la forma en que se piensa resolverlo. Se busca encontrar una selección de ciudades viables para la desconcentración, analizando las diversas poblaciones por medio de un modelo de discriminación de factores ponderantes que determinan la dinámica de desarrollo regional, y aplicando la teoría de juegos a través

de los criterios de Savage, Laplace y Wald, para determinar la selección de ciudades viables para la desconcentración poblacional.

I.b).- factores sociales, económicos y demográficos a considerar.

En la segunda sección del primer capítulo se analizan los factores que se considerarán para poder valorar la viabilidad de una ciudad para la desconcentración poblacional.

Los factores son:

- 1.- agua,
- 2.- comunicación,
- 3.- migración,
- 4.- población
- 5.- desconcentración,
- 6.- reserva territorial,
- 7.- acciones de vivienda,
- 8.- prestación de servicios,
- 9.- polos de desarrollo,
- 10.- atención a zonas críticas.

Se analiza cada factor, tomando en consideración su ponderación, las variables que intervienen, así como la forma en que serán medidas cada una de estas.

II.- Planteamiento Metodológico del problema.

II.a).- identificación de ciudades potenciales para la desconcentración.

Aquí, se analizan las ciudades potenciales para la desconcentración; básicamente se trata de las ciudades llamadas intermedias o polos de desarrollo nacionales, las cuales se caracterizan fundamentalmente por el tamaño de su población. Existen otras ciudades llamadas centros de apoyo, que son más pequeñas, que circunvecinan a los polos de desarrollo o ciudades intermedias, y en cuyo caso sería más viable hacer un estudio de desconcentración por región, a efecto de inducir a largo plazo su desarrollo.

II.b).- Evaluación cualitativa de los factores.

Después de haber definido en el capítulo primero las variables que se considerarán, viene el problema de evaluarlas para cada ciudad. Esto se hará a través de ponderaciones matriciales, siendo los pesos de acuerdo a la importancia de cada factor para inducir el desarrollo poblacional. Para tal efecto se toman en consideración las

estadísticas publicadas en los censos, anuarios estadísticos por entidad federativa, por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

III.- Resolución del Problema.

III.a).- El modelo de optimización.

En el capítulo tres del trabajo se llevará a cabo el desarrollo del modelo utilizando técnicas de investigación de operaciones, con objeto que la selección se haga bajo el enfoque sistemático de optimizar el aprovechamiento de los recursos disponibles, con mínima inversión.

III.b).- Después de haber desarrollado el modelo general, para ponderar adecuadamente los factores que determinan la viabilidad de las ciudades para la desconcentración poblacional, se procede a realizar un modelo de teoría de juegos para poder determinar la selección de ciudades aptas para la desconcentración.

Finalmente en el capítulo de conclusiones se establece la congruencia y validación de la metodología propuesta, a la

luz de los resultados preliminares del XI censo de población y vivienda 1990, concluyendo que el trabajo desarrollado es relevante, debido a que proporciona una metodología base para poder analizar los factores que determinan la dinámica de desarrollo en una ciudad, con este análisis se determina en forma confiable la aptitud de una ciudad para la desconcentración poblacional.

I . - GENERALIDADES

I.a.) - Planteamiento del Problema.

El fenómeno de centralizar la actividad económica en grandes centros urbanos sucede en la mayoría de los países latinoamericanos, México uno de ellos, no queda excluido de esta tendencia.

Con un panorama agrícola crecientemente deteriorado así como un gran crecimiento de los centros urbanos, además de la falta de centros de desarrollo alternativo para las poblaciones rurales, provocan que la tasa de emigración rural urbana sea elevada.

Con el desarrollo de la tesis, se pretende obtener una metodología que permita discernir cuales son las ciudades aptas para la desconcentración poblacional, así como establecer cuales son estas en el corto plazo. Primeramente, analizaremos los factores que determinan la dinámica de desarrollo regional, después se hará un análisis del sistema de ciudades del país para lograr obtener un grupo que llamaremos ciudades potenciales, la característica importante de estas ciudades es que ayudan a contrarrestar el peso concentrador de los centros urbanos, y además han tenido una

gran dinámica en cuanto a su crecimiento urbano en las últimas décadas, mayor que el de los centros urbanos.

Una vez obtenido la selección de ciudades potenciales para la desconcentración, se evaluarán cualitativamente los factores considerados en cada población.

Se definirán para cada ciudad tres alternativas de clasificación de acuerdo a su utilidad; entendiéndose por utilidad el grado de beneficio que se obtendría en cada uno de los diferentes factores, estableciéndose las alternativas como: amplias, limitadas y nulas; así como una función de discriminación para poder valorar la razón beneficio/costo en cada caso.

Considerando un rango de evaluación de 1 a 10; se define como una ciudad amplia, aquella ciudad que nos puede ofrecer la utilidad máxima en todos los factores (es decir 10 en cada uno); en una ciudad limitada, el agua tendrá utilidad de 10, mientras que los demás factores, tendrán una utilidad de cuando menos 6.5, y por último en una ciudad nula todos los factores incluyendo el agua tendrán como mínimo el valor de 6.5.

La función de costo nos dará un valor en escala de 0 a 10, que reflejará al costo de aumentar la utilidad de

cualquier factor en una ciudad determinada, a efecto de poder clasificar en alguna de las tres alternativas.

Habiendo definido esto, se evaluará el costo de cada ciudad, a efecto de poderla transformar ya sea en amplia, limitada ó nula, esto con la finalidad de poder analizar las opciones y grados de dificultad que ofrece cada ciudad como polo de desconcentración poblacional. Este costo se calcula para los tres niveles o tipos de ciudad (amplias, limitadas y nulas).

A la diferencia de la utilidad inicial (utilidad que ofrece la ciudad sin transformación alguna) y la utilidad mínima que debemos obtener para que una ciudad sea nula, limitada ó amplia, la dividiremos entre el costo de ese aumento para obtener un factor de beneficio por cada unidad de costo, i.e.

$$\text{factor de beneficio} = \frac{\text{utilidad final} - \text{utilidad inicial}}{\text{costo}}$$

Esto se hará por cada ciudad para cada uno de los factores.

Con estos valores se genera una matriz de beneficios, considerando como opciones las ciudades seleccionadas y como criterios sus posibilidades de categóricas en amplia limitada y nula.

#	Amplias	Limitadas	Nulas
Ciudad 1			
.			
.			
Ciudad n			

Partiendo de esta matriz, se aplica la teoría de juegos para obtener la selección de ciudades viables, utilizando los criterios de Savage, Laplace y Wald.

Tales criterios se seleccionaron, en virtud que son técnicas desarrolladas para la toma de decisiones bajo incertidumbre y en este caso dada la dificultad de establecer cual será la política de inversión para cada ciudad, se analiza a la luz de estos criterios las tres posibilidades de inversión (amplia, limitada y nula).

Criterio de Savage.- En este caso se evalúa para cada ciudad y estado posible de inversión la pérdida o falta de ganancia debido al desconocimiento sobre que criterio de inversión privará

Criterio de Laplace.- En este caso se supone que las tres alternativas de inversión son equiprobables, por lo que

se seleccionan las ciudades que sean iguales a la máxima media de las tres alternativas.

Criterio de Laplace.- Este método consiste en escoger una estrategia que de el máximo de los mínimos, es decir el criterio denominado minimax.

I.b).- Los factores sociales, económicos y demográficos a considerar.

Los factores sociales, económicos y demográficos a considerar dentro del análisis son:

- 1.- Agua potable
- 2.- Comunicación
- 3.- Demografía:
 - Migración
 - Población
 - Desconcentración
- 4.- Bienestar Social:- Reserva territorial
 - Acciones de vivienda
 - Prestación de servicios (salud y educación)
 - Polos de desarrollo
 - Atención a zonas críticas

Agua potable.- Recurso natural básico en el desarrollo de una región, para que una ciudad pueda ser apta para

desconcentrar debe contar con agua potable suficiente para abastecer a la población. Este será el factor de más peso en el modelo, dado que es la variable que mayor costo representa para su transformación.

Comunicación.- Factor importante para el desarrollo regional que comprende tanto vías terrestres de comunicación, aeropuertos, etc., así como medios de comunicación (Teléfono, Radio, T.V., Periódicos, etc.), este factor se considerara después de agua como el más importante, debido igualmente a su costo de transformación.

Demografía.- Este agrupa a tres factores poblacionales que son:

- Migración
- Población
- Desconcentración

Migración.- El valor del factor migración estará dado por el grado de inmigración ó emigración de las ciudades, es importante considerar este factor para no volver a crear aglomeraciones urbanas, además de ser una medida del arraigo o desarraigo de las personas en la misma.

Población.- Esta dada por el número de habitantes de la ciudad y de densidad de la misma.

Desconcentración.- Referido a la capacidad de recepción poblacional de los centros de apoyo circunvecinas a la ciudad en cuestión; da una medida de las opciones con las que cuenta cada ciudad para evitar la excesiva concentración urbana.

Bienestar Social.- Se define a través cinco factores agrupados que son:

- Reserva territorial
- Acciones de vivienda
- Prestación de servicios
- Polos de desarrollo
- Atención a zonas críticas

Reserva territorial.- Al igual que el factor población este factor es importante para no volver a caer en el error de aglomeraciones urbanas, y evitar además el crecimiento de las áreas urbanas mas allá de los valles.

Acciones de vivienda.- Referida a las acciones de gobierno (federal, estatal y municipal) para la construcción de casas habitación en su mayoría de interés social.

Prestación de servicios.- Referido a los servicios de la comunidad como son:

- Centros de salud
- Centros escolares

- Servicios generales de urbanidad (luz, pavimento, etc.)

Polos de desarrollo.- Capacidad de la ciudad como centro operativo y comercial de una región geográfica.

Atención a zonas críticas.- Este factor se refiere a la atención por parte de las autoridades (municipales principalmente) a las zonas críticas como lo son los cinturones de miseria.

II.- PLANTEAMIENTO METODOLOGICO DEL PROBLEMA

II.a).- Identificación de ciudades potenciales para la desconcentración.

Después de haber analizado los factores a considerar, seleccionaremos las ciudades potenciales para la desconcentración.

II.a.1).- Distribución Rango-Tamaño.

Para comenzar con el proceso metodológico del problema, observemos la siguiente expresión, denominada Distribución Rango - Tamaño.

$$S_i = R_i^{-q} \times S_1$$

Con: S_i = Número de habitantes de la población i

R_i = Rango de la población i con respecto al la ciudad de mayor tamaño.

S_1 = Tamaño (número de habitantes) de la ciudad más grande.

q = Un parámetro de proporcionalidad.

Si el parámetro de proporcionalidad "q" toma el valor de la unidad, obtenemos la siguiente expresión:

$$Si R_i = S_i$$

está ecuación representa un sistema de ciudades en las cuales la segunda ciudad tendría la mitad del tamaño de la primera, la tercera la tercera parte, y así sucesivamente.

Si a la expresión inicial se le aplica la función logaritmo en ambos lados de la igualdad, obtenemos la siguiente ecuación:

$$\log S_i = \log S_1 - q \log R_i$$

como podemos observar la expresión ahora tiene forma lineal, lo que facilita el análisis de discriminación, en una primera aproximación para formar el sistema de ciudades potenciales de descentralización en México.

III.a.2).- Hechos estadísticos importantes.

Un hecho importante a destacar es que según estadísticas establecidas, se observa que las ciudades de tamaño intermedio muestran una gran tendencia al crecimiento. A partir de 1960 observamos que el nivel de concentración de población de los centros urbanos se ha mantenido constante, debido al crecimiento que han observado las ciudades de entre 100,00 y 250,000 habitantes; las estadísticas arrojan los siguientes datos: En 1950 el 9.6% de la población urbana (poblaciones de más de 10,000 habitantes) del país se concentraba en estas ciudades, mientras que para 1970 el 9.6% se convierte en el 18%, además de que en 1940 el 30% de la población urbana se localizaba en las principales metrópolis, y para 1970 se redujo a sólo el 14%. Todos estos datos, nos indican que a pesar de que las metrópolis han seguido creciendo su tasa de crecimiento ha venido disminuyendo en comparación con las ciudades intermedias, en las cuales ha venido aumentando, lo que nos indica que las ciudades intermedias han contrarrestado el peso concentrador de las grandes metrópolis. Por otra parte, entre 1960 y 1970 el número de con un rango de 100,000 y 250,000 habitantes, aumentaron de 11 a 23.

III.a.3).- Dinámica Demográfica de las Ciudades Intermedias.

El cuadro siguiente ejemplifica, como algunas ciudades intermedias han tenido mayor crecimiento en las últimas décadas, en relación a las metrópolis y ciudades pequeñas; donde el rango se establece por el lugar que ocupan conforme al número de habitantes en cada ciudad.

Ciudades	Tasas de crecimiento			Rango			
	1950	1960	1970	1940	1950	1960	1970
Metrópolis							
México D.F.	6.10	5.36	5.32	1	1	1	1
Guadalajara	5.10	7.05	5.32	2	2	2	2
Monterrey	6.20	6.80	4.49	3	3	3	3
Puebla	4.93	2.98	5.19	4	4	4	4
Ciudades Intermedias							
Mexicali	12.53	10.05	4.30	40	16	8	10
Acapulco	10.48	5.45	12.93	90	46	39	17
Cuernavaca	11.06	5.82	7.72	59	31	26	20
Culiacán	7.98	5.52	7.05	36	26	24	18
Ciudades Pequeñas							
Piedras Negras	5.66	4.89	-0.96	53	48	43	71
Tapachula	6.80	3.27	3.92	56	46	47	52
Comitán	3.03	2.71	3.34	101	110	121	119
Cortazar	2.94	3.90	3.83	96	107	104	99

* Datos obtenidos de los censos de población y vivienda de las años referidos.

Con esto se hace notar, la importancia relativa que han adquirido las ciudades intermedias, dentro del contexto demográfico general del país.

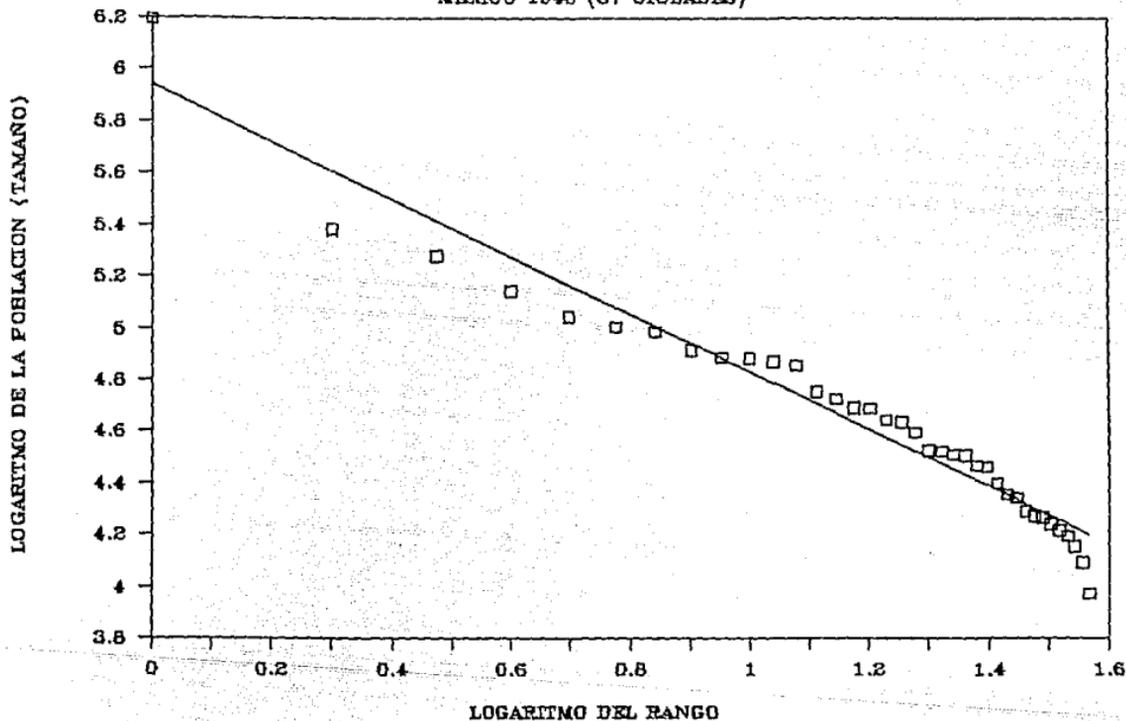
II.a.4).- "Distribución Rango Tamaño en México"

Habiendo observado la dinámica del crecimiento de las ciudades intermedias, dentro del sistema de ciudades del país, según las estadísticas anteriores; es importante ahora analizar la proporcionalidad entre el crecimiento de las grandes metrópolis y el de las ciudades intermedias.

Tomando en cuenta la distribución Rango - Tamaño por ciudades definida anteriormente, se calcularon las tendencias de esas distribuciones en forma logarítmica del Rango - Tamaño, a través de ajustar una recta por mínimos cuadrados al conjunto definido por el sistema de las 180 ciudades más importantes del país (en tamaño), para los años

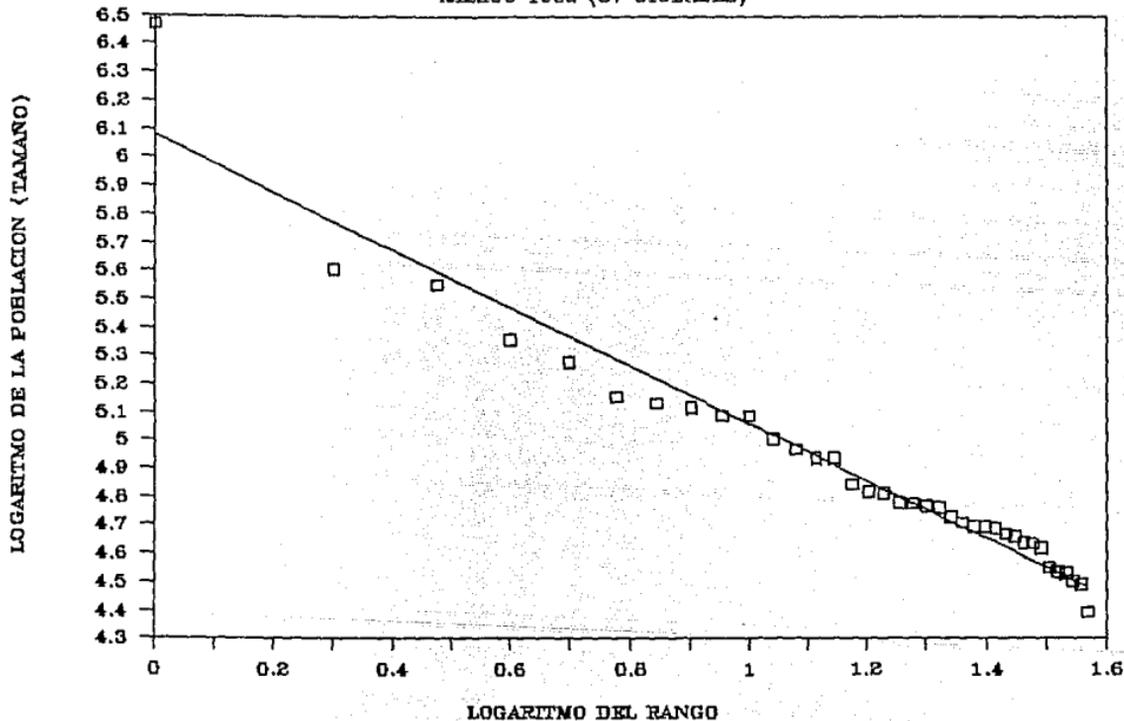
DISTRIBUCION LOGARITMO RANGO-TAMAÑO

MEXICO 1940 (37 CIUDADES)



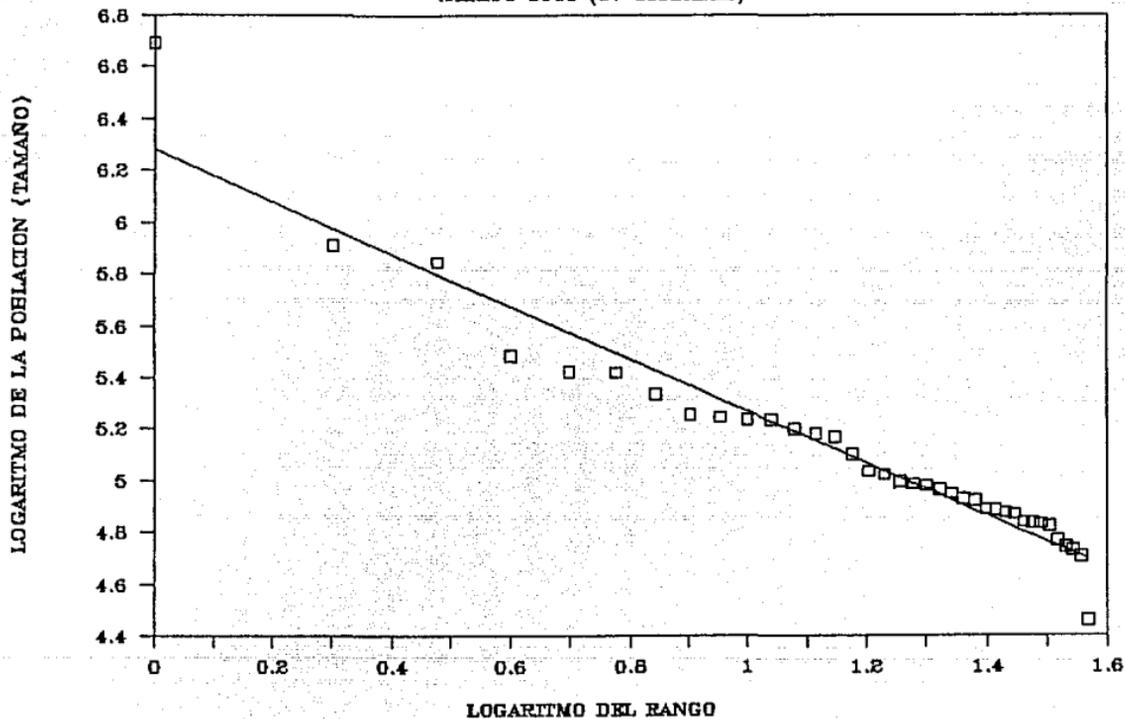
DISTRIBUCION LOGARITMO RANGO-TAMAÑO

MEXICO 1950 (37 CIUDADES)



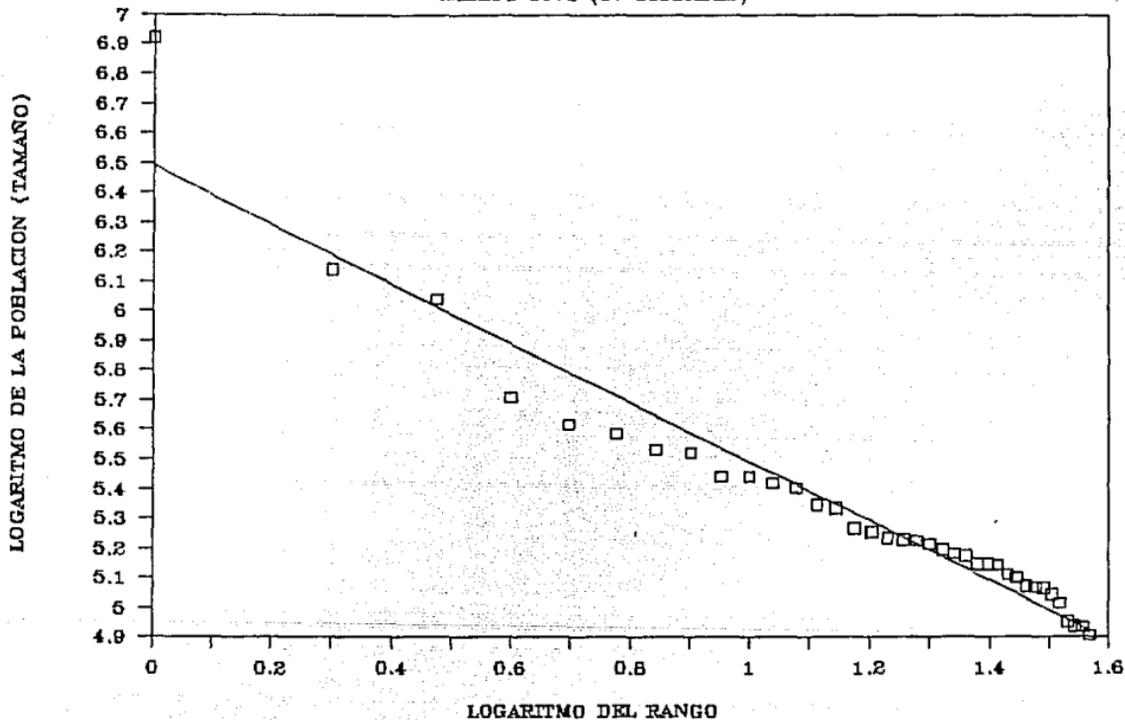
DISTRIBUCION LOGARITMO RANGO-TAMAÑO

MEXICO 1960 (37 CIUDADES)



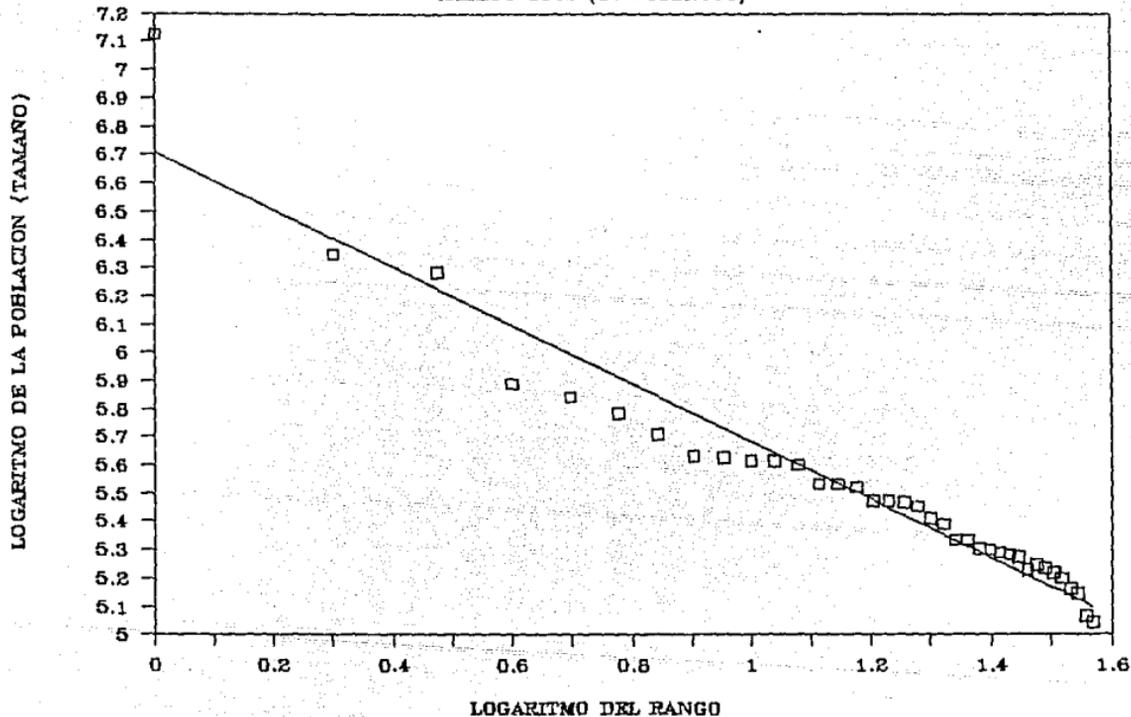
DISTRIBUCION LOGARITMO RANGO-TAMAÑO

MEXICO 1970 (37 CIUDADES)



DISTRIBUCION LOGARITMO RANGO-TAMAÑO

MEXICO 1980 (37 CIUDADES)



1940, 1950, 1960 y 1970 obteniendo el siguiente cuadro de resultados:

Año	Media	D.Estandar	Línea de Regresión	Corr.
1940	4.0376	.47454	$Y = -1.05443X + 5.9796$	-.926
1950	4.2430	.44092	$Y = -1.0375X + 6.1388$	-.972
1960	4.4353	.43297	$Y = -1.0399X + 6.3402$	-.988
1970	4.6216	.45313	$Y = -1.0791X + 6.5983$	-.984

Analizando la correlación entre Rangos - Tamaños vemos que en 1940 es de -.926 y para 1970 es de -.984, lo que indica un aumento en la proporcionalidad de crecimiento en las ciudades del sistema urbano mexicano; por otro lado observando las ecuaciones de las líneas de regresión, vemos que los coeficientes " q " de la regla Rango - Tamaño son cercanos a la unidad, lo que igualmente nos indica la tendencia a la proporcionalidad del crecimiento de las ciudades intermedias del sistema mexicano.

Calculando la ecuación de regresión de las gráficas anteriores, es decir de la regla Rango - Tamaño de las 37 ciudades más grandes del país, obtenemos los siguientes resultados:

Año	Media	D.Estandar	Línea de Regresión
1940	4.6487	.42262	$Y = -1.1088X + 5.9415$
1950	4.8917	.38809	$Y = -1.0188X + 6.0797$
1960	5.1026	.39638	$Y = -1.0107X + 6.2810$
1970	5.3267	.38339	$Y = -0.9942X + 6.4918$
1980	5.5137	.39385	$Y = -1.0269X + 6.7111$

Como podemos observar las líneas de regresión, así como la media y la desviación Estandar son muy similares a las obtenidas para el grupo de 180 ciudades.

Así podemos ver que las tendencias Rango - Tamaño, en México son consistentes, especialmente para las ciudades en los primeros rangos, de la 1 a la 37 inclusive, por esta razón analizaremos el comportamiento de las 37 ciudades de mayor tamaño en México, sin que esto implique la pérdida de confiabilidad en el análisis, al no considerar las 143 ciudades restantes.

Sistema de las 37 ciudades más grandes del país, población de 1940 a 1980.

Ciudad	1940	1950	1960	1970	1980
México	1559782	2972334	4909961	8355084	13368315
Guadalajara	240721	401283	811829	1381984	2221053
Monterrey	190128	354114	699263	1095667	1913075
Puebla	138491	226646	305469	513237	772908
Cd. Juárez	48881	122566	262119	414908	697291
León	74155	122726	216246	385817	607996
Torreón	101354	188203	263564	332569	514323
Tijuana	16486	59952	152473	341067	429500
Mérida	96852	142858	172155	216824	424399
Chihuahua	56805	87000	158389	262957	412680
San Luis P.	77161	131715	172332	253638	411544
Tampico	110550	135419	176173	276579	400401
Mexicali	18755	65749	179539	276167	341559
Culiacán	22025	48936	85024	172004	340826
Veracruz	71720	101246	147501	223136	332131
Morelia	44303	64979	106077	168406	297544
Hermosillo	18601	43519	96091	180237	297175
Aguascalientes	82234	93358	126617	183848	293152
Saltillo	49430	69842	28839	164092	284937
Durango	33412	59869	99426	156507	257915
Toluca	43429	53481	89326	149750	246264
Jalapa	39530	51169	68524	129305	216125
Querétaro	33629	49440	69058	116233	215976
Nvo. Laredo	28872	57668	92627	152325	201731
Mazatlán	32117	41754	76874	126325	199830
Reynosa	9412	34087	74140	140480	194693
Cuernavaca	14336	43309	77484	167753	292770
Matamoros	15699	45846	97327	140660	188745
Orizaba	76825	86856	108894	139505	170059
Oaxaca	29306	46632	75196	111013	176709
Irapuato	32377	49445	83768	118163	172071
Cd. Obregón	12497	30991	67956	117183	165572
Villa Hermosa	25114	35418	55360	103694	158216
Tepic	17547	24595	54069	89765	145741
Cd. Victoria	19513	31815	50797	85948	140161
Celaya	22766	34424	58851	80638	116903
Pachuca	53354	58658	66883	86703	110351

Rangos de la 37 ciudades más grandes del país de 1940 a

1980.

Ciudad	1940	1950	1960	1970	1980
México	1	1	1	1	1
Guadalajara	2	2	2	2	2
Monterrey	3	3	3	3	3
Puebla	4	4	4	4	4
Cd. Juárez	16	10	6	5	5
León	11	9	7	6	6
Torreón	6	5	5	8	7
Tijuana	33	18	13	7	8
Mérida	7	6	11	14	9
Chihuahua	13	13	12	11	10
San Luis P.	9	8	10	12	11
Tampico	5	7	9	9	12
Mexicali	30	16	8	10	13
Cualiacán	28	26	24	17	14
Veracruz	12	11	14	13	15
Morelia	17	17	17	18	16
Hermosillo	31	29	21	16	17
Agascalientes	8	12	15	15	18
Saltillo	15	15	19	20	19
Durango	21	19	18	21	20
Toluca	18	22	23	23	21
Jalapa	19	23	31	27	22
Queretaro	20	25	30	31	23
Nvo. Laredo	25	21	22	22	24
Mazatlán	23	31	27	28	25
Reynosa	37	34	29	25	26
Cuernavaca	35	30	26	19	27
Matamoros	34	28	20	24	28
Orizaba	10	14	16	26	29
Oaxaca	24	27	28	32	30
Irapuato	22	24	25	29	31
Cd. Obregón	36	36	32	30	32
Villa Hermosa	26	32	35	33	33
Tepic	32	37	36	34	34
Cd. Victoria	29	35	37	36	35
Celaya	27	33	34	37	36
Pachuca	14	20	33	35	37

II.a.5).- Distribución Rango - Tamaño de las 37 ciudades más

grandes de México.

El valor de la desviación Estandar, nos mide los alejamientos o acercamientos de la distribución obtenida con respecto a la variable S_1 de la distribución Rango - Tamaño.

Año	1940	1950	1960	1970	1980
D. Estandar	0.12	0.11	0.11	0.12	0.12

La desviación Estandar de Y , se obtiene de $Y=R_i+S_i$ con respecto al valor S_1 , donde R_i es el rango de la ciudad i , S_i el tamaño de la misma y S_1 el tamaño de la ciudad más grande.

Los valores obtenidos señalan una mínima variación respecto al valor real que nos daría la función rango tamaño considerando a las 180 ciudades; lo que viene a confirmar que el grupo de 37 ciudades es suficiente para analizar el comportamiento del sistema de ciudades en México.

II.b).- Evaluación cualitativa de los factores seleccionados que intervienen a favor de la desconcentración de las ciudades potenciales.

Habiendo obtenido un grupo de ciudades intermedias que contrarrestan el peso concentrador de las grandes metropolis, se procede a evaluar cualitativamente los factores que determinan la dinamica de desarrollo regional en cada ciudad.

Después de realizar un análisis sobre los factores que determinan el potencial para la dinamica de desarrollo regional, se obtuvieron las siguientes evaluaciones en igual escala (del 5 al 10).

Evaluación cualitativa de los factores agua y comunicación para las 37 ciudades seleccionadas.

Ciudad	Agua	Comunicaciones
México	5	10
Guadalajara	8	10
Monterrey	6.5	10
Puebla	6.5	10
Cd. Juárez	5	10
León	8	10
Torreón	8	10
Tijuana	8	10
Mérida	8	10
Chihuahua	8	10
San Luis Potosí	5	10
Tampico	8	10
Mexicali	8	10
Culiacán	10	10
Veracruz	8	10
Morelia	5	10
Hermosillo	8	10
Aguascalientes	8	10
Saltillo	5	10
Durango	8	6
Toluca	6.5	10
Jalapa	8	6
Queretaro	6.5	10
Nvo. Laredo	8	10
Mazatlán	10	10
Reynosa	8	10
Cuernavaca	8	6

Matamoros	8	10
Oaxaca	6.5	10
Irapuato	6.5	6
Orizaba	6.5	6
Cd. Obregón	8	10
Villa Hermosa	10	10
Tepec	10	6
Cd. Victoria	8	10
Celaya	6.5	6
Pachuca	8	10

Debido a que el factor demografía esta integrado por tres factores, se toma el en valor promedio anidado de esos tres factores, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$(((\text{Población} + \text{Desconcentración})/2) + \text{Migración})/2$$

Dando con esto mayor importancia relativa al factor migración ya que nos mide el grado de aceptación o rechazo hacia la ciudad.

Evaluación cualitativa de los factores demográficos.

Ciudad	Población	Desconcentración	Migración	Promedio anidado
México	5	8	5	5.75
Guadalajara	5	8	5	5.75
Monterrey	5	9	5	6
Puebla	5	9	5	6
Cd. Juárez	5	9	5	6
León	6	9	10	8.75
Torreón	8	10	10	9.5
Tijuana	10	8	10	9.5
Mérida	10	9	10	9.75
Chihuahua	10	9	5	7.25
San Luis Potosí	10	9	6.5	8
Tampico	10	9	8	8.75
Mexicali	10	9	10	9.75
Culiacán	10	10	6.5	8.25

Veracruz	10	9	10	9.75
Morelia	10	9	6.5	8
Hermosillo	10	9	10	9.75
Aguascalientes	10	9	8	8.75
Saltillo	10	9	10	9.75
Durango	9	9	5	7
Toluca	9	9	5	7
Jalapa	9	9	10	9.5
Queretaro	9	9	8	8.5
Nvo. Laredo	8	8	6.5	7.25
Mazatlán	8	8	8	8
Reynosa	8	9	6.5	7.5
Cuernavaca	8	8	8	8
Matamoros	8	9	6.5	7.5
Oaxaca	8	8	6.5	7.25
Irapuato	7	10	10	9.25
Orizaba	7	9	10	9
Cd. Obregón	7	10	10	9.25
Villa Hermosa	7	9	8	8
Tepic	7	10	10	9.25
Cd. Victoria	6	10	6.5	7.25
Celaya	6	10	10	9
Pachuca	5	9	5	6

Al igual que el factor demografía, el factor de bienestar social se integra por varios factores:

- Reserva territorial
- Acciones de vivienda
- Prestación de servicios
- Polos de desarrollo
- Atención a zonas críticas

En forma análoga se determina el valor del factor bienestar social por medio de un promedio anidado de acuerdo a la importancia de cada factor.

En este caso se obtiene el promedio dando la mayor importancia a la reserva territorial (r.t.), después a las acciones de vivienda (a.v.), prestación de servicios (p.s.) y por último a los polos de desarrollo (p.d.) y a la atención a zonas críticas (a.z.c.), con igual peso.

$$(((p.d. + a.z.c.)/2+p.s.)/2+a.v.)/2+r.t.)/2$$

Evaluación cualitativa de los factores de bienestar social.

Ciudad	p.s.	r.t.	a.v.	p.d.	a.z.c.	prom.
México	10	5	5	10	10	6.25
Guadalajara	10	5	5	10	10	6.25
Monterrey	10	5	5	8	10	6.125
Puebla	10	5	6	10	10	6.5
Cd. Juárez	7	5	7	8	10	6.25
León	10	5	6	10	10	6.5
Torreón	10	6	6	8	10	6.875
Tijuana	10	7	8	8	10	7.875
Mérida	10	5	5	8	6	5.875
Chihuahua	10	8	9	8	6	8.375
San Luis Potosí	7	5	6	10	6	5.875
Tampico	10	10	8	10	10	9.5
Mexicali	7	7	9	8	6	7.5
Culiacán	7	6	8	8	6	6.75
Veracruz	10	5	8	10	6	6.75
Morelia	7	10	7	8	6	8.5
Hermosillo	7	10	9	8	6	9
Aguascalientes	7	10	7	10	6	8.625
Saltillo	7	10	8	8	6	8.75
Durango	7	5	5	10	6	5.625
Toluca	7	10	10	8	6	9.25
Jalapa	7	5	9	10	6	6.625
Queretaro	7	8	7	8	6	7.5
Nvo. Laredo	7	5	10	8	10	7
Mazatlán	7	8	10	8	6	8.25
Reynosa	7	5	10	8	10	7
Cuernavaca	7	8	10	8	6	8.25
Matamoros	7	5	8	8	10	6.5
Oaxaca	7	9	6	10	6	7.875
Irapuato	7	6	7	10	6	6.625
Orizaba	7	5	5	10	6	5.625
Cd. Obregón	10	5	10	8	6	7.125
Villa Hermosa	10	7	10	10	10	8.5

Tepic	7	5	8	8	6	6.25
Cd. Victoria	7	5	5	8	6	5.5
Celaya	7	5	5	8	6	5.5
Pachuca	7	10	9	8	6	9

Finalmente queda la matriz que llamaremos de Utilidad Inicial, conteniendo los valores cualitativos que para cada caso se obtuvo.

Ciudad	Agua	Comunicación	Demografía	Bienestar Social
México	5	10	5.75	6.25
Guadalajara	8	10	5.75	6.25
Monterrey	6.5	10	6	6.12
Puebla	6.5	10	6	6.5
Cd. Juárez	5	10	6	6.25
León	8	10	8.75	6.5
Torreón	8	10	9.5	6.87
Tijuana	8	10	9.5	7.87
Mérida	8	10	9.75	5.87
Chihuahua	8	10	7.25	8.37
San Luis Potosí	5	10	8	5.87
Tampico	8	10	8.75	9.5
Mexicali	8	10	9.75	7.5
Culiacán	10	10	8.25	6.75
Veracruz	8	10	9.75	6.75
Morelia	5	10	8	8.5
Hermosillo	8	10	9.75	9
Aguascalientes	8	10	8.75	8.62
Saltillo	5	10	9.75	8.75
Durango	8	6	7	5.62
Toluca	6.5	10	7	9.25
Jalapa	8	6	9.5	6.62
Queretaro	6.5	10	8.5	7.5
Nuevo Laredo	8	10	7.25	7
Mazatlán	10	10	8	8.25
Reynosa	8	10	7.5	7
Cuernavaca	8	6	8	8.25
Matamoros	8	10	7.5	6.5
Oaxaca	6.5	10	7.25	7.87
Irapuato	6.5	6	9.25	6.62
Orizaba	6.5	6	9	5.62
Cd. Obregón	8	10	9.25	7.12
Villa Hermosa	10	10	8	8.5

Tepic	10	6	9.25	6.25
Cd. Victoria	8	10	7.25	5.5
Celaya	6.5	6	9	5.5
Pachuca	8	10	6	9

Como se puede observar en el cuadro anterior, para el factor agua, sólo 4 ciudades muestran el valor máximo de 10, estas son: Culiacán, Mazatlán, Villa Hermosa y Tepic; para el factor comunicación, únicamente seis ciudades presentan comunicación deficiente, encontrándose entre estas las ciudad de Tepic, así mismo las ciudades con mejor situación demográfica son: Mérida, Mexicali, Veracruz y Saltillo; refiriéndonos al bienestar social, Tampico es la ciudad con mayores ventajas.

Sin embargo no es aún posible hacer una selección confiable de las ciudades viables para la desconcentración poblacional.

CAPITULO III

III.- SOLUCION DEL PROBLEMA

III.a).- El modelo de optimización.

Después de haber seleccionado al grupo de ciudades potenciales para la desconcentración, analizaremos los factores que tipifican las cualidades óptimas de cada ciudad; con la finalidad de obtener las ciudades que nos ofrezcan mayor utilidad a un menor costo.

III.a.1).- Definiciones básicas.

Partamos como base de la matriz de utilidad y definamos los siguientes conceptos:

1).- Ciudades con Utilidad Amplia.- Se define como una ciudad amplia, a aquella que muestra en todos sus factores una utilidad de 10, es decir;

a.-Agua =10

c.-Comunicación =10

d.-Demografía =10

b.-Bienestar Social =10

2).- Ciudades con Utilidad Limitada.- Se diferencian de las ciudades con utilidad amplia en el hecho de que a excepción del factor agua. los demás varían de 6.5 a menos de 10; así:

a.-Agua =10

c.-Comunicación >=6.5

d.-Demografía >=6.5

b.-Bienestar Social >=6.5

3).- Ciudades con Utilidad Nula.- La utilidad nula significa que en todos los factores, inclusive el agua, muestra una utilidad menor a 10 pero mayor de 6.5:

a.-Agua >=6.5

c.-Comunicación >=6.5

d.-Demografía >=6.5

b.-Bienestar Social >=6.5

Estas definiciones se basan en dos criterios fundamentales, uno es la capacidad de inversión que se le puede asignar a cada ciudad, el cual por su naturaleza se le puede considerar como una variable de incertidumbre dentro del modelo, y la otra es el factor agua el cual es

primordial dentro de las ciudades, representando a su vez la variable de inversión más costosa y de requerimiento impostergable.

Esto quiere decir que entre mayor sea el valor de un factor en el estatus inicial de una ciudad, menor va a ser el costo de inversión necesario para incrementar la utilidad de dicho factor.

III.a.2).- Función de costo.

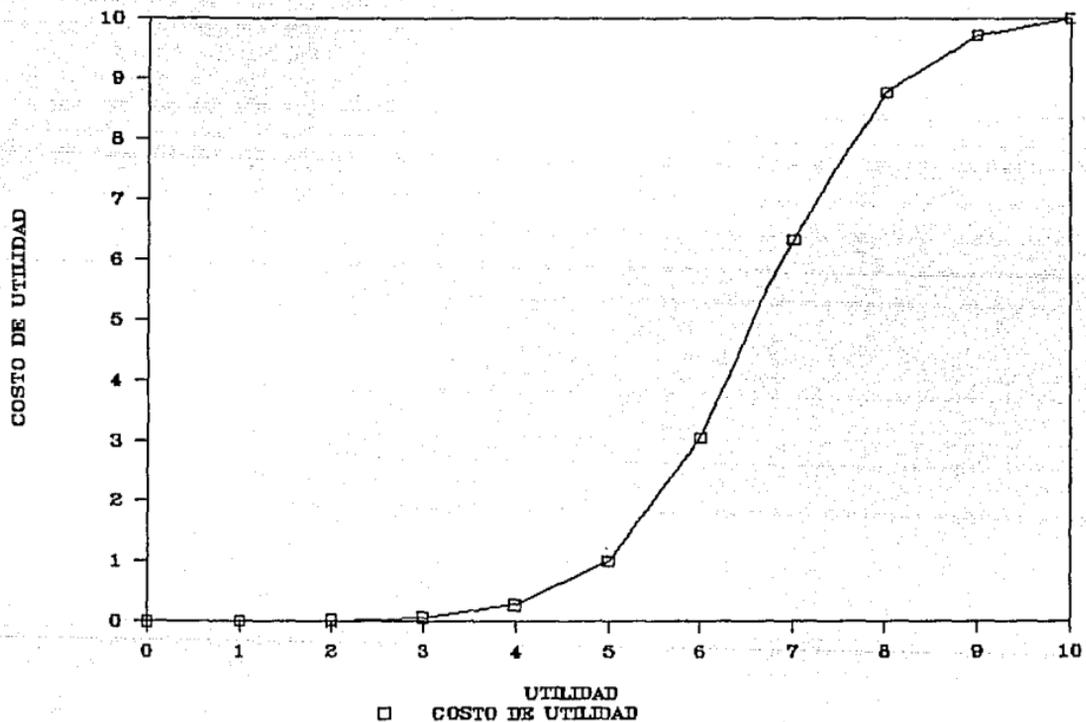
Ahora definiremos una función para obtener el costo de conversión de una ciudad con un determinado estatus a otro de mayor utilidad.

(Ver Gráfica).

Para definir esta función se encontró que la función logística, es adecuada para describir el problema; en virtud de que por las características de esta, define que por ejemplo si el estatus de utilidad es bajo entonces incrementarla minimamente es también bajo, por ejemplo si la ciudad carece de agua es factible resolver el problema a travez de perforar algunos pozos, que le otorguen una cantidad adicional de agua, sin embargo como se puede observar en la gráfica los incremento de utilidad de *6.5 a 9* regularmente requieran fuertes inversiones en virtud de que en muchos de los casos las soluciones no serán de infraestructura incipiente si no de grandes obras de abastecimeinto y mejora.

Para evaluar la función, se toma a X como el valor de la utilidad, cuyos valores van de cinco a diez, y el costo asociado será de cero a diez. De esta forma, conforme se analizó las ciudades que tiene una utilidad infima, tiene también un costo mínimo para poderlas llevar a un rango de utilidad mínimo; así se encontro que en términos generales una ciudad cuyo factor se encuentre con una utilidad menor a cinco tendrá un costo de cuando más uno, para llevarla al menos a ese valor de utilidad. Así para $0 < X < 5$ el costo se define como mayor que cero pero menor que uno y en $x=5$ lo asociaremos con el costo mínimo de uno y al valor máximo de X , o sea diez, lo asociaremos con el diez.

COSTO DE UTILIDAD



A efecto de tomar esta función como el costo asociado con el valor del incremento, se transforma a x en una nueva variable $z=x-5$.

Valor del incremento en utilidad (Z)	Costo (Y)	$Y' = \text{LN} (Y/(K-Y))$ con $K = \text{sup } Y = 10.1$
--------------------------------------	-----------	--

0	1	$\text{LN} (1/9.1)$
---	---	---------------------

5	10	$\text{LN} (10/.1)$
---	----	---------------------

$$Y - Y_1' = \frac{Y_2' - Y_1'}{Z_2 - Z_1} (Z - Z_1)$$

$$Y - \text{LN}(1/9.1) = \frac{\text{LN}(10/.1) - \text{LN}(1/9.1)}{5} Z$$

$$Y = \frac{\text{LN}(10/.1) - \text{LN}(1/9.1)}{5} Z + \text{LN}(1/9.1)$$

$$Y = 1.36 Z - 2.2$$

Con los datos anteriores la función logística queda:

$$\text{Costo de utilidad} = \frac{10.1 (e^Y)}{1 - e^Y} = \frac{10.1 (e^{(1.36Z-2.2)})}{1 + e^{(1.36Z-2.2)}}$$

Lo que significa que en términos de la variable original X, la función de costo es:

$$C(x) = \frac{10.1 (e^{(1.36X-9)})}{1+e^{(1.36x-9)}} \quad (\text{ver gráfica})$$

III.a.3) .- Matriz de utilidad mínima.

Definimos a la matriz utilidad a llegar como una matriz de 37 renglones por 12 columnas; en donde las columnas describen los valores mínimos a alcanzar que debe tomar cada factor en cada uno de los tres estatus, por lo anterior se tendrán las 37 ciudades (renglones) por las 12 columnas (3 estatus x 4 factores).

De esta forma, se generan dos matrices, una con los valores del estatus inicial, y otra con los valores mínimos que toma cada factor en cada uno de los diferente estatus definidos, que a continuación se muestran (a:agua; c:comunicación; d:demografía; b:bienestar social).

Ciudades	Amplias				Limitadas				Nulas			
	a.	c.	d.	b.	a.	c.	d.	b.	a.	c.	d.	b.
México	10	10	10	10	10	10	6.5	6.5	6.5	10	6.5	6.5
Guadalajara	10	10	10	10	10	10	6.5	6.5	8.0	10	6.5	6.5
Monterrey	10	10	10	10	10	10	6.5	6.5	6.5	10	6.5	6.5
Puebla	10	10	10	10	10	10	6.5	6.5	6.5	10	6.5	6.5
Cd. Juárez	10	10	10	10	10	10	6.5	6.5	6.5	10	6.5	6.5
León	10	10	10	10	10	10	8.8	6.5	8.0	10	8.8	6.5
Torreón	10	10	10	10	10	10	9.5	6.9	8.0	10	9.5	6.9
Tijuana	10	10	10	10	10	10	9.5	7.9	8.0	10	9.5	7.9
Mérida	10	10	10	10	10	10	9.8	6.5	8.0	10	9.8	6.5
Chihuahua	10	10	10	10	10	10	7.3	8.4	8.0	10	7.3	8.4
San Luis P.	10	10	10	10	10	10	8.0	6.5	6.5	10	8.0	6.5
Tampico	10	10	10	10	10	10	8.8	9.5	8.0	10	8.8	9.5
Mexicali	10	10	10	10	10	10	9.8	7.5	8.0	10	9.8	7.5
Cuailiácan	10	10	10	10	10	10	8.3	6.8	10	10	8.3	6.8
Veracruz	10	10	10	10	10	10	9.8	6.8	8.0	10	9.8	6.8
Morelia	10	10	10	10	10	10	8.0	8.5	6.5	10	8.0	8.5
Hermosillo	10	10	10	10	10	10	9.8	9.0	8.0	10	9.8	9.0
Aguascalientes	10	10	10	10	10	10	8.8	8.6	8.0	10	8.8	8.7
Saltillo	10	10	10	10	10	10	9.8	8.8	6.5	10	9.8	8.8
Durango	10	10	10	10	10	6.5	7.0	6.5	8.0	6.5	7.0	6.5
Toluca	10	10	10	10	10	10	7.0	9.3	6.5	10	7.0	9.3
Jalapa	10	10	10	10	10	6.5	9.5	6.6	8.0	6.5	9.5	6.6
Querétaro	10	10	10	10	10	10	8.5	7.5	6.5	10	8.5	7.5
Nvo. Laredo	10	10	10	10	10	10	7.3	7.0	8.0	10	7.3	7.0
Mazatlán	10	10	10	10	10	10	8.0	8.3	10	10	8.0	8.3
Reynosa	10	10	10	10	10	10	7.5	7.0	8.0	10	7.5	7.0
Cuernavaca	10	10	10	10	10	6.5	8.0	8.3	8.0	6.5	8.0	8.3
Matamoros	10	10	10	10	10	10	7.5	6.5	8.0	10	7.5	6.5
Oaxaca	10	10	10	10	10	10	7.3	7.9	6.5	10	7.3	7.9
Irapuato	10	10	10	10	10	6.5	9.3	6.6	6.5	6.5	9.3	6.6
Orizaba	10	10	10	10	10	6.5	9.0	6.5	6.5	6.5	9.0	6.5
Cd. Obregón	10	10	10	10	10	10	9.3	7.1	8.0	10	9.3	7.1
Villa Hermosa	10	10	10	10	10	10	8.0	8.5	10	10	8.0	8.5
Tepic	10	10	10	10	10	6.5	9.3	6.5	10	6.5	9.3	6.5
Cd. Victoria	10	10	10	10	10	10	7.3	6.5	8.0	10	7.3	6.5
Celaya	10	10	10	10	10	6.5	9.0	6.5	6.5	6.5	9.0	6.5
Pachuca	10	10	10	10	10	10	6.5	9.0	8.0	10	6.5	9.0

Con la función de costo definida anteriormente se valúan las utilidades en las dos matrices.

Posteriormente a cada uno de los valores obtenidas de la función de costo valuada en las ciudades, en los estatus definidos (amplias, limitadas y nulas), se les resta el valor de la función de costo valuada en el estatus inicial, con el fin de obtener una diferencia que será el costo del valor del incremento de cada factor para tomar el valor mínimo correspondiente en los estatus definidos

Costo de diferencia = C(utilidad mínima)-C(utilidad inicial)

III.a .4).- Matriz función de costo de utilidad inicial

Esta matriz se valua a travez de las utilidades iniciales, aplicando la función de costo de utilidad, anteriormente descrita, así tenemos:

Ciudad	Agua	Comunicación	Demografía	B. Social
México	0.99	10	2.36	3.80
Guadalajara	8.76	10	2.36	3.80
Monterrey	4.63	10	3.03	3.40
Puebla	4.63	10	3.03	4.63
Cd. Juárez	0.99	10	3.03	3.80
León	8.76	10	9.57	4.63
Torreón	8.76	10	9.90	5.91
Tijuana	8.76	10	9.90	8.55
Mérida	8.76	10	9.95	2.68
Chihuahua	8.76	10	7.09	9.25
San Luis P.	0.99	10	8.76	2.68

Tampico	8.76	10	9.57	9.90
Mexicali	8.76	10	9.95	7.75
Culiacán	10	10	9.11	5.49
Veracruz	8.76	10	9.95	5.49
Morelia	0.99	10	8.76	9.37
Hermosillo	8.76	10	9.95	9.72
Aguascalientes	8.76	10	9.57	9.48
Saltillo	0.99	10	9.95	9.57
Durango	8.76	3.03	6.32	2.06
Toluca	4.63	10	6.32	9.82
Jalapa	8.76	3.03	9.90	5.06
Queretaro	4.63	10	9.37	7.75
Nuevo Laredo	8.76	10	7.09	6.32
Mazatlán	10	10	8.76	9.11
Reynosa	8.76	10	7.75	6.32
Cuernavaca	8.76	3.03	8.76	9.11
Matamoros	8.76	10	7.75	4.63
Oaxaca	4.63	10	7.09	8.55
Irapuato	4.63	3.03	9.82	5.06
Orizaba	4.63	3.03	9.72	2.06
Cd. Obregón	8.76	10	9.82	6.72
Villa Hermosa	10	10	8.76	9.37
Tepic	10	3.03	9.82	3.80
Cd. Victoria	8.76	10	7.09	1.80
Celaya	4.63	3.03	9.72	1.80
Pachuca	8.76	10	3.03	9.72

III.a.5).- Matriz función de costo de utilidad mínima

Esta matriz se valua a travez de las utilidades mínimas aplicando la función de costo anteriormente descrita (a:agua; c:comunicación; d:demografía; b:bienestar social):

Ciudad	Amplias				Limitadas				Nulas			
	a	c	d	b	a	c	d	b	a	c	d	b
México	10	10	10	10	10	10	4.63	4.63	4.63	10	4.63	4.63
Guadalajara	10	10	10	10	10	10	4.63	4.63	8.76	10	4.63	4.63
Monterrey	10	10	10	10	10	10	4.63	4.63	4.63	10	4.63	4.63
Puebla	10	10	10	10	10	10	4.63	4.63	4.63	10	4.63	4.63
Cd. Juárez	10	10	10	10	10	10	4.63	4.63	4.63	10	4.63	4.63
León	10	10	10	10	10	10	9.57	4.63	8.76	10	9.57	4.63
Torreón	10	10	10	10	10	10	9.90	5.91	8.76	10	9.90	5.91

Tijuana	10	10	10	10	10	10	9.90	8.55	8.76	10	9.90	8.55	
Mérida	10	10	10	10	10	10	9.95	4.63	8.76	10	9.95	4.63	
Chihuahua	10	10	10	10	10	10	7.09	9.25	8.76	10	7.09	9.25	
San Luis P.	10	10	10	10	10	10	8.76	4.63	4.63	10	8.76	4.63	
Tampico	10	10	10	10	10	10	9.57	9.90	8.76	10	9.57	9.90	
Mexicali	10	10	10	10	10	10	9.95	7.75	8.76	10	9.95	7.75	
Culiacán	10	10	10	10	10	10	9.11	5.49	10	10	9.11	5.49	
Veracruz	10	10	10	10	10	10	9.95	5.49	8.76	10	9.95	5.49	
Morelia	10	10	10	10	10	10	8.76	9.37	4.63	10	8.76	9.37	
Hermosillo	10	10	10	10	10	10	9.95	9.72	8.76	10	9.95	9.72	
Ags.	10	10	10	10	10	10	9.57	9.48	8.76	10	9.57	9.48	
Saltillo	10	10	10	10	10	10	9.95	9.57	4.63	10	9.95	9.57	
Durango	10	10	10	10	10	10	4.63	6.32	4.63	8.76	4.63	6.32	4.63
Toluca	10	10	10	10	10	10	6.32	9.82	4.63	10	6.32	9.82	
Jalapa	10	10	10	10	10	10	4.63	9.90	5.06	8.76	4.63	9.90	5.06
Queretaro	10	10	10	10	10	10	9.37	7.75	4.63	10	9.37	7.75	
Nvo. Laredo	10	10	10	10	10	10	7.09	6.32	8.76	10	7.09	6.32	
Mazatlán	10	10	10	10	10	10	8.76	9.11	10	10	8.76	9.11	
Reynosa	10	10	10	10	10	10	7.75	6.32	8.76	10	7.75	6.32	
Cuernavaca	10	10	10	10	10	10	4.63	8.76	9.11	8.76	4.63	8.76	9.11
Matamoros	10	10	10	10	10	10	7.75	4.63	8.76	10	7.75	4.63	
Oaxaca	10	10	10	10	10	10	7.09	8.55	4.63	10	7.09	8.55	
Irapuato	10	10	10	10	10	10	4.63	9.82	5.06	4.63	4.63	9.82	5.06
Orizaba	10	10	10	10	10	10	4.63	9.72	4.63	4.63	4.63	9.72	4.63
Cd. Obregón	10	10	10	10	10	10	9.82	6.72	8.76	10	9.82	6.72	
V. Hermosa	10	10	10	10	10	10	8.76	9.35	10	10	8.76	9.37	
Tepic	10	10	10	10	10	10	4.63	9.82	4.63	10	4.63	9.82	4.63
Cd. Victoria	10	10	10	10	10	10	7.09	4.63	8.76	10	7.09	4.63	
Celaya	10	10	10	10	10	10	4.63	9.72	4.63	4.63	4.63	9.72	4.63
Pachuca	10	10	10	10	10	10	4.63	9.72	8.76	10	4.63	9.72	

III.a.6).- Matriz función de costo de diferencia

Para cada valor obtenido en la matriz función de costo de utilidad mínima, se le resta el costo de la utilidad inicial, obteniéndose la siguiente matriz de diferencias de costos en utilidades (a:agua; c:comunicación; d:demografía; b:bienestar social):

Ciudad	Amplias				Limitadas				Nulas			
	a	c	d	b	a	c	d	b	a	c	d	b
México	9.0	0.0	7.6	6.2	9.0	0.0	2.3	0.8	3.6	0.0	2.3	0.8
Guadalajara	1.2	0.0	7.6	6.2	1.2	0.0	2.3	0.8	0.0	0.0	2.3	0.8
Monterrey	5.4	0.0	7.0	6.6	5.4	0.0	1.6	1.2	0.0	0.0	1.1	1.2
Puebla	5.4	0.0	7.0	5.4	5.4	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0
Cd. Juárez	9.0	0.0	7.0	6.2	9.0	0.0	1.6	0.8	3.6	0.0	1.6	0.8
León	1.3	0.0	0.4	5.4	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Torreón	1.2	0.0	0.1	4.1	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tijuana	1.2	0.0	0.1	1.4	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mérida	1.2	0.0	0.1	7.3	1.2	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	1.9
Chihuahua	1.2	0.0	2.9	0.7	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
San Luis P.	9.0	0.0	1.2	7.3	9.0	0.0	0.0	1.9	3.6	0.0	0.0	1.9
Tampico	1.2	0.0	0.4	0.1	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mexicali	1.2	0.0	0.1	2.2	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Culiacán	0.0	0.0	0.9	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Veracruz	1.2	0.0	0.1	4.5	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Morelia	9.0	0.0	1.2	0.6	9.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0
Hermosillo	1.2	0.0	0.1	0.3	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ags.	1.2	0.0	0.4	0.5	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Saltillo	9.0	0.0	0.1	0.4	9.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0
Durango	1.2	7.0	3.7	7.9	1.2	1.6	0.0	2.6	0.0	1.6	0.0	2.6
Toluca	5.4	0.0	3.7	0.2	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Jalapa	1.2	7.0	0.1	4.9	1.2	1.6	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0
Querétaro	5.4	0.0	0.7	2.2	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nvo. Laredo	1.2	0.0	2.9	3.7	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mazatlán	0.0	0.0	1.2	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Reynosa	1.2	0.0	2.2	3.7	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cuernavaca	1.2	7.0	1.2	0.1	1.2	1.6	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0
Matamoros	1.2	0.0	2.2	5.7	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Oaxaca	5.4	0.0	2.9	1.4	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Irapuato	5.4	7.0	0.2	4.9	5.4	1.6	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0
Orizaba	5.4	7.0	0.3	7.9	5.4	1.6	0.0	2.6	0.0	1.6	0.0	2.6
Cd. Obregón	1.2	0.0	0.2	3.3	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V. Hermosa	0.0	0.0	1.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tepic	0.0	7.0	0.2	6.2	0.0	1.6	0.0	0.8	0.0	1.6	0.0	0.8
Cd. Victoria	1.2	0.0	2.9	8.2	1.2	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	2.8
Celaya	5.4	7.0	0.3	8.2	5.4	1.6	0.0	2.9	0.0	1.6	0.0	2.8
Pachuca	1.2	0.0	7.0	0.3	1.2	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0

Una vez obtenido el costo de aumento en la utilidad, se obtiene la diferencia entre la utilidad mínima a obtener en cada uno de los estatus y la utilidad inicial i.e.

$$\text{Diferencia} = \text{Utilidad Mínima} - \text{Utilidad Inicial}$$

Matriz de diferencias

(a:agua; c:comunicación; d:demografía; b:bienestar social)

Ciudad	Amplias				Limitadas				Nulas			
	a	c	d	b	a	c	d	b	a	c	d	b
México	5.0	0.0	4.3	3.8	5.0	0.0	0.8	0.3	1.5	0.0	0.8	0.3
Guadalajara	2.0	0.0	4.3	3.8	2.0	0.0	0.8	0.3	0.0	0.0	0.8	0.3
Monterrey	3.5	0.0	4.0	3.9	3.5	0.0	0.5	0.4	0.0	0.0	0.5	0.4
Puebla	3.5	0.0	4.0	3.8	5.0	0.0	0.5	0.3	1.5	0.0	0.5	0.3
León	2.0	0.0	1.3	3.5	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Torreón	2.0	0.0	0.5	3.1	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tijuana	2.0	0.0	0.5	2.1	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mérida	2.0	0.0	0.3	4.1	2.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.6
Chihuahua	2.0	0.0	2.8	1.6	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
San Luis P.	5.0	0.0	2.0	4.1	5.0	0.0	0.0	0.6	1.5	0.0	0.0	0.6
Tampico	2.0	0.0	1.3	0.5	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mexicali	2.0	0.0	0.3	2.5	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Culiacán	0.0	0.0	1.8	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Veracruz	2.0	0.0	0.3	3.3	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Morelia	5.0	0.0	2.0	1.5	5.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0
Hermosillo	2.0	0.0	0.3	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ags.	2.0	0.0	2.3	1.4	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Saltillo	5.0	0.0	0.3	1.3	5.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0
Durango	2.0	4.0	3.0	4.4	2.0	0.5	0.0	0.9	0.0	0.5	0.0	0.9
Toluca	3.5	0.0	3.0	0.8	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Jalapa	2.0	4.0	0.5	3.4	2.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
Queretaro	3.5	0.0	1.5	2.5	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nvo. Laredo	2.0	0.0	2.8	3.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mazatlán	0.0	0.0	2.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Reynosa	2.0	0.0	2.5	3.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cuernavaca	2.0	4.0	2.0	1.8	2.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
Matamoros	2.0	0.0	2.5	3.5	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Oaxaca	3.5	0.0	2.8	2.1	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Irapuato	3.5	4.0	0.8	3.4	3.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
Orizaba	3.5	4.0	1.0	4.4	3.5	0.5	0.0	0.9	0.0	0.5	0.0	0.9
Cd. Obregón	2.0	0.0	0.8	2.9	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V. Hermosa	0.0	0.0	2.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tepic	0.0	4.0	0.8	3.8	0.0	0.5	0.0	0.3	0.0	0.5	0.0	0.3
Cd. Victoria	2.0	0.0	2.8	4.5	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Celaya	3.5	4.0	1.0	4.5	3.5	0.5	0.0	1.0	0.0	0.5	0.0	1.0
Pachuca	2.0	0.0	4.0	1.0	2.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0

III.a.7).- Matriz diferencial de utilidades

Los elementos de esta matriz se determinan dividiendo la diferencia entre los costos mínimos e inicial por la diferencia entre la utilidad mínima e inicial, tales cantidades miden la magnitud del costo diferencial por unidad de incremento en el valor de la utilidad.

$$F.b.i. = D.c.u./D.u.$$

con:

F.b.i.=Factor de beneficio de incremento

D.c.u.=Diferencial de costos de utilidades

D.u.=Diferencial de utilidades

Con este factor, es posible discriminar las ciudades que son más rentables, esto es las que por cada unidad de inversión otorgan un mayor beneficio en cada uno de los factores.

En los casos en que una ciudad cumple en su estatus inicial con los requisitos mínimos de algunos de los estatus establecidos, el beneficio de incremento será una cota superior, del conjunto de valores de cada factor, debido a que esta ciudad no necesita inversión, y ya se tiene el beneficio mínimo para cada estatus.

Entonces la matriz diferencial de utilidades queda como se muestra a continuación (a:agua; c:comunicación; d:demografía; b:bienestar social).

Ciudad	Amplias				Limitadas				Nulas			
	a	c	d	b	a	c	d	b	a	c	d	b
México	0.55	0.58	0.55	0.60	0.55	0.32	0.32	0.29	0.41	0.32	0.32	0.29
Guadalajara	1.61	0.58	0.55	0.60	1.61	0.32	0.32	0.29	0.42	0.32	0.32	0.29
Monterrey	0.65	0.58	0.57	0.58	0.65	0.32	0.31	0.30	0.42	0.32	0.31	0.30
Puebla	0.65	0.58	0.57	0.65	0.65	0.32	0.31	0.36	0.42	0.32	0.31	0.36
Cd. Juárez	0.55	0.58	0.57	0.60	0.55	0.32	0.31	0.29	0.41	0.32	0.31	0.29
León	1.61	0.58	2.93	0.65	1.61	0.32	0.33	0.36	0.42	0.32	0.33	0.36
Torreón	1.61	0.58	5.22	0.76	1.61	0.32	0.33	0.36	0.42	0.32	0.33	0.36
Tijuana	1.61	0.58	5.22	1.46	1.61	0.32	0.33	0.36	0.42	0.32	0.33	0.36
Mérida	1.61	0.58	6.24	0.56	1.61	0.32	0.33	0.32	0.42	0.32	0.33	0.32
Chihuahua	1.61	0.58	0.94	2.17	1.61	0.32	0.33	0.36	0.42	0.32	0.33	0.36
San Luis Potosí	0.55	0.58	1.61	0.56	0.55	0.32	0.33	0.32	0.41	0.32	0.33	0.32
Tampico	1.61	0.58	2.93	5.22	1.61	0.32	0.33	0.36	0.42	0.32	0.33	0.36
Mexicali	1.61	0.58	6.24	1.11	1.61	0.32	0.33	0.36	0.42	0.32	0.33	0.36
Culliacán	1.62	0.58	1.96	0.72	1.62	0.32	0.33	0.36	0.42	0.32	0.33	0.36
Veracruz	1.61	0.58	6.24	0.72	1.61	0.32	0.33	0.36	0.42	0.32	0.33	0.36
Morelia	0.55	0.58	1.61	2.40	0.55	0.32	0.33	0.36	0.41	0.32	0.33	0.36
Bermosillo	1.61	0.58	6.24	3.57	1.61	0.32	0.33	0.33	0.42	0.32	0.33	0.36
Aguascalientes	1.61	0.58	2.93	2.65	1.61	0.32	0.33	0.36	0.42	0.32	0.33	0.36
Saltillo	0.55	0.58	6.24	2.93	0.55	0.32	0.33	0.36	0.41	0.32	0.33	0.36
Durango	1.61	0.57	0.81	0.55	1.61	0.31	0.33	0.34	0.42	0.31	0.35	0.34
Toluca	0.65	0.58	0.81	4.33	0.65	0.32	0.33	0.36	0.42	0.32	0.33	0.36
Jalapa	1.61	0.57	5.22	0.68	1.61	0.31	0.33	0.35	0.42	0.31	0.33	0.36
Querétaro	0.65	0.58	2.40	1.11	0.65	0.32	0.33	0.36	0.42	0.32	0.33	0.36
Nvo. Laredo	1.61	0.58	0.94	0.81	1.61	0.32	0.33	0.36	0.42	0.32	0.33	0.36
Mazatlán	1.62	0.58	1.61	1.96	1.62	0.32	0.33	0.36	0.42	0.32	0.33	0.36
Reynosa	1.61	0.53	1.11	0.21	1.61	0.32	0.33	0.36	0.42	0.32	0.33	0.36
Quemásvaca	1.61	0.57	1.61	1.96	1.61	0.31	0.33	0.36	0.42	0.31	0.33	0.36
Matamoros	1.61	0.58	1.11	0.65	1.61	0.32	0.33	0.36	0.42	0.32	0.33	0.36
Oaxaca	0.65	0.58	0.94	1.46	0.65	0.32	0.33	0.36	0.42	0.32	0.33	0.36
Irapuato	0.65	0.57	4.33	0.68	0.65	0.31	0.33	0.36	0.42	0.31	0.33	0.36
Orizaba	0.65	0.57	3.57	0.55	0.65	0.31	0.33	0.34	0.42	0.31	0.33	0.34
Cd. Obregon	1.61	0.58	4.33	0.87	1.61	0.32	0.33	0.36	0.42	0.32	0.33	0.36
Villa Hermosa	1.62	0.58	1.61	2.40	1.62	0.32	0.33	0.36	0.42	0.32	0.33	0.36
Tepic	1.62	0.57	4.33	0.62	1.62	0.31	0.33	0.29	0.42	0.31	0.33	0.29
Cd. Victoria	1.61	0.58	0.94	0.54	1.61	0.32	0.33	0.35	0.42	0.32	0.33	0.35
Celaya	0.65	0.57	3.57	0.54	0.65	0.31	0.33	0.35	0.42	0.31	0.33	0.35
Pachuca	1.61	0.58	0.57	3.57	1.61	0.32	0.31	0.36	0.42	0.32	0.31	0.36

III.a.8).- Matriz promedio anidado.

Con objeto de ponderar la importancia que cada uno de los factores representa en la toma de decisiones para establecer, una estrategia óptima de desconcentración poblacional; se procede a obtener un promedio anidado por ciudad y estatus, como sigue:

$$(((\text{Bienestar Social} + \text{Demografía})/2) + \text{Comunicación}) + \text{Agua} / 2$$

Conforme se puede observar el agua es el factor con mayor peso entre todos los factores, continuando en este orden la comunicación, al bienestar social y al factor demográfico se les considera con el menor peso de importancia a ambos.

Como es lógico en una ciudad con buen suministro de agua y sin problema de comunicación es más fácil de fomentar su desarrollo que en otras con serios limitantes en esos dos factores.

Matriz promedio anidado

Ciudad	Amplias	Limitadas	Nulas
México	0.56796	0.436450	0.364931
Guadalajara	1.098349	0.966839	0.368673
Monterrey	0.616503	0.483394	0.367131
Puebla	0.624601	0.490261	0.373999
Cd. Juárez	0.570174	0.434215	0.362695
León	1.401646	0.974416	0.376250
Torreón	1.701505	0.974416	0.376250
Tijuana	1.789320	0.974416	0.376250
Mérida	1.804386	0.969451	0.371285
Chihuahua	1.343246	0.974416	0.376250
San Luis Potosí	0.695306	0.439062	0.367543
Tampico	1.972750	0.974416	0.376250
Mexicali	1.873365	0.974416	0.376250
Culiacán	1.291207	0.976250	0.376250
Veracruz	1.824063	0.974416	0.376250
Morelia	0.925306	0.444027	0.372508
Hermosillo	2.180743	0.974416	0.376250
Agascalientes	1.652187	0.974416	0.376250
Saltillo	1.570424	0.444027	0.372508
Durango	1.122768	0.970010	0.371843
Toluca	1.115056	0.492512	0.376250
Jalapa	1.689875	0.972415	0.374248
Queretaro	0.911215	0.492512	0.376250
Nvo. Laredo	1.173488	0.974416	0.376250
Mazatlán	1.403085	0.976250	0.376250
Reynosa	1.194738	0.974416	0.376250
Cuernavaca	1.399798	0.972415	0.374248
Matamoros	1.174198	0.974416	0.376250
Oaxaca	0.772963	0.492512	0.376250
Irapuato	1.096990	0.490511	0.374248
Orizaba	0.985602	0.488106	0.371843
Cd. Obregón	1.604437	0.974416	0.376250
Villa Hermosa	1.457528	0.976250	0.376250
Tepic	1.570858	0.966686	0.366686
Cd. Victoria	1.139998	0.973524	0.375358
Celaya	0.985269	0.489619	0.373356
Pachuca	1.471783	0.972166	0.373999

Con esta información ya es posible discernir sobre la capacidad de cada ciudad para convertirse en un polo de desconcentración poblacional. Sin embargo, el nivel de inversión que puede ocurrir en cada caso es desconocido y

además se puede establecer que la acción definitiva presenta un alto grado de incertidumbre; por lo que es necesario aplicar algunas de la técnicas de teoría de juegos para realizar una selección congruente de las ciudades viables a la desconcentración poblacional.

III.b).- La selección de ciudades viables para la desconcentración.

Habiendo valorado los factores más importantes en cada una de las ciudades con mayor dinámica en las últimas décadas, y bajo la incertidumbre sobre el nivel de inversión que se aplicará a cada ciudad, procederemos a la aplicación de la teoría de juegos con la formulación especial, que hace referencia a los juegos sin antagonismo, en virtud de que se espera que la decisión sobre el nivel de inversión en cada ciudad, se realizará independientemente de querer afectar a otra u otras ciudades al privilegiar a una de ellas.

En esta tesis como ya se mencionó, se aplicarán tres modelos de teoría de juegos, el de Savage, Wald y Laplace.

Criterio de Savage: Considera que los jugadores actúan tratando de minimizar la utilidad o pérdida, osea aquella

utilidad que pudieran haber logrado si hubiesen conocido el juego del adversario.

Criterio de Wald: Este método consiste en escoger una estrategia que de el máximo de los mínimos, es decir, es el criterio denominado minimax.

Criterio de Laplace: Este método se hace suponiendo que los tres estados de inversión son equiprobables y se obtiene la máxima de los valores esperados.

III.b.1).- Aplicación de los Modelos de teoría de juegos para la selección de ciudades viables para la desconcentración.

Para poder aplicar la teoría de juegos, es necesario establecer las jugadas o estados posibles de inversión.

Las jugadas se establecen por medio de conjugar las alternativas de inversión definidas (amplias, limitadas o nulas) con las acciones de decisión para la desconcentración, las cuales se establecen a través de las 37 ciudades potenciales para la desconcentración.

La matriz de pagos, se formará por la matriz promedio anidado de los factores de cada ciudad.

Método de Savage:

Se determina una nueva matriz de pagos, donde a cada elemento se le resta el valor máximo de la columna, posteriormente se le suma a todos los elementos el mínimo valor con signo contrario para que todos queden positivos y la multiplicamos por 1000 para así proceder con el criterio minimax a partir de la siguiente matriz de pagos:

Ciudad	Amplias	Limitadas	Nulas
México	0	1072	1601
Guadalajara	0530	1603	1605
Monterrey	0048	1119	1603
Puebla	0056	1126	1610
Cd Juárez	0002	1070	1599
León	0833	1610	1612
Torreón	1133	1610	1612
Tijuana	1221	1610	1612
Mérida	1236	1605	1607
Chihuahua	0775	1610	1612
San Luis Potosí	0127	0755	1604
Tampico	1404	1610	1612
Mexicali	1305	1610	1612
Culiacán	0723	1612	1612
Veracruz	1256	1610	1612
Morelia	0357	1080	1609
Hermosillo	1612	1610	1612
Aguascalientes	1084	1610	1612
Saltillo	1002	1080	1609
Durango	0554	1606	1608
Toluca	0547	1129	1612
Jalapa	1121	1608	1610
Querétaro	0343	1129	1612
Nuevo Laredo	0605	1610	1612
Mazatlán	0835	1612	1612
Reynosa	0626	1610	1612
Cuernavaca	0831	1608	1610
Matamoros	0606	1610	1612
Oaxaca	0205	1129	1612
Irapuato	0529	1127	1610
Orizaba	0417	1124	1608
Cd Obregón	1036	1610	1612

Villa Hermosa	0889	1612	1612
Tepic	1002	1603	1603
Cd Victoria	0572	1610	1611
Celaya	0417	1126	1609
Pachuca	0903	1608	1610

Utilizando programación lineal para resolver el juego anterior obtenemos los siguientes resultados:

Sea C_i con $i=1,2,\dots,37$ la ciudad potencial i -ésima para la desconcentración poblacional.

X_{ij} : Valor del promedio anidado corregido para la ciudad i y la alternativa de inversión j ($i=1,2,\dots,37$ y $j=1,2,3$)

Entonces la solución del problema es:

$$\text{Min } Z = C_1 + C_2 + \dots + C_{37}$$

Sujeto a:

$$X_{1,1} C_1 + X_{2,1} C_2 + \dots + X_{37,1} C_{37} \geq 1$$

$$X_{1,2} C_1 + X_{2,2} C_2 + \dots + X_{37,2} C_{37} \geq 1$$

$$X_{1,3} C_1 + X_{2,3} C_2 + \dots + X_{37,3} C_{37} \geq 1$$

$$X_{ij} \geq 0 \text{ para todo } i, j$$

En virtud que este criterio ofrece solo una estrategia mixta para el primer caso con dos ciudades y dada la magnitud de la dimensión del problema de la desconcentración poblacional, se decidió una vez seleccionada una ciudad eliminar a esta para obtener en un nuevo horizonte restringido

las sucesivas alternativas. Quedando entonces

Primera selección: Hermosillo

Villa Hermosa

Segunda selección: Tampico

Tercera selección: Mexicali

Cuarta selección: Veracruz

Quinta selección : Mérida

Sexta selección : Tijuana

Séptima selección: Torreón

Octava selección : Jalapa

Novena Selección : Aguascalientes

Método de Laplace:

En este caso obtenemos la matriz de valor esperado para cada una de las ciudades, en donde se consideró igual probabilidad de ocurrencia para cada estado de inversión, por lo que entonces se determina el promedio aritmético de acuerdo a la matriz promedio anidado. Ordenados de mayor a menor los resultados, queda:

Hermosillo	1.177136
Tampico	1.107805
Mexicali	1.074677
Veracruz	1.058243
Tijuana	1.046662
Mérida	1.048374
Torreón	1.017390
Jalapa	1.012180
Aguascalientes	1.000951
Cd. Obregón	0.985034

Tepic	0.968077
Villa Hermosa	0.936676
Pachuca	0.939316

Mazatlán	0.918528
León	0.917437
Cuernavaca	0.915487
Chihuahua	0.897970
Culiacán	0.881235
Reynosa	0.848468
Matamoros	0.841621
Nuevo Laredo	0.841384
Cd. Victoria	0.829627
Durango	0.821540
Guadalajara	0.811287
Saltillo	0.795653
Toluca	0.661273
Irapuato	0.653916
Celaya	0.016082
Orizaba	0.615184
Queretaro	0.593326
Morelia	0.580614
Oaxaca	0.547241
Puebla	0.496287
San Luis Potosí	0.500637
Monterrey	0.489009
México	0.456447
Cd. Juárez	0.455694

Criterio de Wald.- Este método consiste en escoger una estrategia igual al máximo de los mínimos, a partir de la matriz de promedio anidado.

Procediendo de acuerdo al criterio minimax obtenemos como primera selección a Culiacán.

De las restantes 36 ciudades se procede a aplicar el mismo criterio aplicado en método de Savage, obteniendo los siguientes resultados:

Segunda Selección : Mazatlán

Tercera Selección : Villa Hermosa

Cuarta Selección : Hermosillo

Quinta Selección : Tampico
Sexta Selección : Veracruz
Séptima Selección : Mexicali
Octava Selección : Tijuana
Novena Selección : Torreón
Décima Selección : Aguascalientes

Resumiendo los resultados de los tres criterios aplicados en sus primeras diez ciudades obtenidas quedan las siguientes alternativas de inversión:

Savage	Laplase	Wald
-----	-----	-----
Hermosillo	Hermosillo	Culiacán
Villa Hermosa	Tampico	Maztlán
Tampico	Mexicali	Villa Hermosa
Mexicali	Veracruz	Hermosillo
Veracruz	Tijuana	Tampico
Mérida	Mérida	Veracruz
Tijuana	Torreón	Mexicali
Torreón	Jalapa	Tijuana
Jalapa	Aguascalientes	Torreón
Aguascalientes	Cd. Obregón	Aguascalientes
-----	-----	-----

Por lo que las trece ciudades viables para la desconcentración poblacional las cuales optimizan el requerimiento de recursos son:

Hermosillo,
Villa Hermosa,
Tampico,
Mexicali,
Veracruz,
Tijuana,
Mérida,
Torreón,
Culiacán,
Mazatlán,
Jalapa,
Aguascalientes,
Cd. Obregón.

CONCLUSIONES

C O N C L U S I O N E S

1.- La complejidad del análisis de la viabilidad de las ciudades, para que estas generen mayores satisfactores a la población y puedan ser propuestas como centros de desconcentración poblacional, debido a la gran cantidad de situaciones que se nos presentan para su análisis, nos obligan a crear un modelo matemático para una solución racional a este problema.

La aplicación de la teoría de juegos nos ayuda a seleccionar confiablemente a estas ciudades, basados en diversos criterios de selección con el fin de probar la homogeneidad del modelo.

Un aspecto importante además de los valores actuales de beneficio, es la utilización de una función de costo del incremento en estos beneficios, lo que nos permite hacer una selección con posibilidades de crecimiento a futuro más confiables.

Se destaca que los factores considerados para realizar la selección de ciudades viables para la desconcentración, resultaron adecuados para tal fin.

Si embargo, en virtud que estos son dinámicos y no estáticos, entonces es necesario realizar un análisis conforme a la metodología propuesta, cuando menos cada 5 años; a efecto de establecer con mayor margen de seguridad la congruencia de las estrategias que se seleccionen.

2.- El método para seleccionar el grupo de ciudades potenciales, resulta adecuado para los fines propuestos. Por lo que la técnica estadística de rangos tamaño es útil para discriminar en una primera fase un grupo de ciudades representativo del total nacional. Sin embargo, tal técnica se analizó no era aplicable para establecer una selección depurada de las ciudades que pudieran ofrecer las mejores ventajas para la desconcentración poblacional. Entonces el método de rango tamaño resulta adecuado para obtener un grupo de ciudades estadísticamente representativo del sistema general de ciudades en México.

Como en todo problema de optimización el objetivo se plantea a través de considerar los factores que limitan al proceso en general y lo tipifican en lo particular, Así se consideró que en orden de importancia, los factores que

determinan la aptitud de una ciudad determinada para convertirse en un polo viable de desconcentración son: fundamentalmente al agua, comunicación, demografía y bienestar social.

A efecto de poder medir el impacto que cada uno de estos factores representativos, es necesario construir para cada uno de estos una función de utilidad subjetiva, la cual se basó en un criterio de suficiencia para establecer el grado de disponibilidad inmediata del recurso limitante en cuestión; con lo cual entonces ya fue posible aplicar las diversas técnicas de análisis cuantitativo para determinar el grupo óptimo de ciudades viables para la desconcentración poblacional.

3.- El problema central para discernir cuales son las ciudades viables para la desconcentración, se establece en primer lugar la necesidad de medir que ciudades nos ofrecen mayor beneficio en relación a un mismo costo. Por lo que entonces resulto apropiado aplicar la función logística para evaluar el costo beneficio de incremento, dado que por las características de la misma función, esta nos permite cuantificar que cuando una ciudad tiene limitado un recurso el costo de incrementar su beneficio a un nivel satisfactorio mínimo va a ser pequeño, mientras que cuando la ciudad ya es de nivel intermedio el costo de incrementar su beneficio

resulta directamente proporcional al mismo beneficio, requiriéndose entonces sumas considerables de capital.

Debido a la amplia gama de posibilidades resultantes al considerar el capital de inversión por cada ciudad se estratificaron los costos de estos en tres categorías de estados de inversión; amplia, limitada y nula. Tal estratificación resultó conveniente para categorizar cada ciudad de acuerdo al grado de inversión se podría recibir, reflejando los elementos de la matriz un factor de relación de beneficio/costo.

En virtud de que el problema queda planteado en relación a las 37 ciudades y el posible grado de inversión, en donde este último factor es de naturaleza incierta entonces resulto como una técnica apropiada para establecer las ciudades viables para el proceso de desconcentración poblacional, la aplicación de la teoría de juegos.

Al considerar que el posible grado de inversión se determina sin que se minimizar los beneficios que se conjugan en las diversas ciudades se interpreto el problema como aquel jugados que tiene como estrategias la selección de una o varias de las 37 ciudades enfrentandose a otro jugador al cual no le interesa ganar ni perder el juego; por lo que se aplicaron los criterios de Savage, Laplace y Wald. Resultando estas técnicas apropiadas, siempre y cuando se apliquen

reiteradamente hasta obtener al menos diez ciudades, viables para la desconcentración.

4.- Los resultados al aplicar la metodología propuesta para seleccionar las ciudades viables para la desconcentración fueron los siguientes:

- Hermosillo,
- Villa Hermosa,
- Tampico,
- Mexicali,
- Veracruz,
- Tijuana,
- Merida,
- Torreón,
- Culiacán,
- Mazatlán,
- Jalapa,
- Aguascalientes,
- Cd. Obregón.

Donde se destaca que no importando cual sea el grado de inversión que se aplique finalmente a toda la gama de ciudades estas resultan ser la estrategia óptima para el problema de la desconcentración poblacional.

A efecto de corroborar la validez de los resultados y en virtud que la tesis se desarrollo con la información de los censos de 1940 a 1980; se analizarón los resultados propuestos a la luz de la información del censo 1990.

Durante este censo las ciudades con mayor dinámica poblacional fueron:

- Tampico,
- Culiacán,
- Aguascalientes,
- Toluca,
- Queretaro,
- Irapuato,
- Cd. Obregón,
- Villa Hermosa,
- Celaya.

Sin embargo cabe hacer notar que tanto Toluca como Queretaro, Irapuato y Celaya son ciudades que tienen fuertes limitantes en factores tan trascendentales como el agua, lo que indica que aún existe un cierto grado de desorden en cuanto a la tendencia general de desconcentración.

En estas cuatro ciudades la tendencia a la gran dinámica poblacional es debida principalmente a la cercanía de la ciudad de México.

Conforme se puede observar de acuerdo a los resultados que se alcanzan en estas tesis 5 de las 11 ciudades seleccionadas muestran la mayor dinámica demográfica (Tampico, Culiacán, Cd. Obregón, Aguascalientes, Villa Hermosa) y las otras 8 restantes contemplan también un cambio progresivo en su dinámica de crecimiento, pero sin embargo es necesario promover mayores beneficios en infraestructura para su ulterior desarrollo.

6.- En la solución al problema planteado en la presente tesis es importante señalar que no se utilizó una técnica pura de estadística, demografía o investigación de operaciones, si no que es una aplicación de la actuaría que abarca a una gran variedad de herramientas de trabajo, para convertirse en una de las áreas de trabajo con mayor diversidad de aplicaciones, que hoy en día no únicamente se presenta como el cálculo actuarial enfocado al los seguros. Con lo que podemos establecer que el actuario es el profesionista capaz de englobar en una sola área profesional problemas de diversa índole pudiendolos conjuntar para dar una solución pronta, actual, eficiente y racional. Finalmente podemos afirmar que el campo de aplicación de la actuaría es cada vez más amplio y que cada día es mayor el compromiso de los actuarios como parte activa en el desarrollo del México moderno.

BIBLIOGRAFIA

B I B L I O G R A F I A .

- Rediseñando el futuro;

L.R. Ackoff.

Limusa.

1979.

- Concentración y distribución de los tamaños de ciudades en México;

Demografía y Economía 57.

C. Brambila y H. Salazar.

El Colegio de México.

México 1984.

- El enfoque de Sistemas;

V.C. Churchman.

Diana.

1974.

- Análisis del cambio en la concentración a través del coeficiente gini;

Demografía y Economía.

F. Cortés y R. Rubalcava.

El Colegio de México.

México 1983.

- Applied Regression Analysis, Second Edition.
N. Draper y H. Smth.
Wiley - Interscience.
U.S.A. 1986.

- Planeación urbana en México en periodo de crisis (1983
- 1984);
Estudios Demográficos y Urbanos, Vol.1.
G. Garza.
El Colegio de México.
México 1986.

- Linear programing;
G. Hadley.
Adison-Wesley.
1975.

- Introduction to mathematical statistics;
V.R. Hogg and F.A. Graig.
Collier Macmillan.
1970.

- Anuarios Estadísticos
Instituto Nacional de Estadística Geografía e
Informática.
(vols. de las 32 Entidades Federativas)
México 1980.

- Censos de Población y Vivienda;
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e
Informática.
1940 a 1990.

- Métodos y modelos de la investigación de operaciones;
A. Kufmann
C.E.C.S.A.
1976.

- Computer applications of numerical methods:
S. S. Kuo.
Adisson - Wesley.
1972.

- Zonas Metropolitanas en México, 1980;
Estudios Demográficos y Urbanos, Vol.1.
M. Negrete y H. Salazar.
El Colegio de México.
México 1986.

- Migración entre ocho regiones de México;
Demografía y Economía 59.
V. Partida.
El Colegio de México.
México 1984.

- Teoría de juegos y autómatas;
D.A. Pospelov.
Siglo XXI.
1969.

- Plan Nacional de Desarrollo 1983 - 1988.
Presidencia de la República.
México 1982.

- Sistema Urbano Nacional.
Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas;
México 1982.

- Usos del agua en las ciudades.
Secretaría de Recursos Hidráulicos.
Subsecretaría de Planeación.
Dirección de uso del suelo.
México 1979.

- Recursos materiales humanos de unidades médicas en las
instituciones públicas en las entidades federativas;
Secretaría de Salud.
Dirección General de servicios de Salud Pública.
México 1983.

- Toma de decisiones por medio de Investigación de Operaciones;
R. Thierauf y R. Grosse.
Limusa.
México 1983.

- Elementos de la Teoría de juegos;
S. E. Véntsel.
Mir.
Moscú 1977.

- Principles of operations research;
M. H. Wagner.
Prentice-Hall.
1975.