

COMPARACION GRAFICA DE LA TEMPERATURA MEDIA ANUAL Y DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL DE XALAPA, CONTRA LOS INDICES DE ANOMALIAS CLIMATICAS GLOBALES EN EL PERIODO 1923-1988

Adalberto Tejeda, J. F. Sánchez, A. Pérez Sesma
Especialidad en Climatología de la Universidad Veracruzana
apdo. Postal 270. c.p. 9100 Xalapa, Ver.

RESUMEN

Para el período 1923-1988 se hace una comparación gráfica de las variaciones de la temperatura media anual y la precipitación total anual de Xalapa ($19^{\circ}32'N$, $96^{\circ}55'W$, 1420 msnm), contra las tendencias del Índice de la Oscilación del Pacífico Sur (SOI), el Índice de la Oscilación del Atlántico Norte (NAOI), la temperatura superficial del mar en el Pacífico Ecuatorial (SST1) y en el Pacífico Oeste (SST2) y de la anomalía de temperatura global (ΔTg).

Se observa que la tendencia al incremento de la temperatura anual de Xalapa sigue el comportamiento de la anomalía de temperatura global. Por el contrario la precipitación total anual ha tendido a disminuir a partir de las dos últimas décadas.

INTRODUCCION

Las variaciones climáticas cada vez adquieren mayor importancia. Debido a la tendencia del calentamiento de la baja atmósfera observado desde hace dos décadas, lo que puede acarrear consecuencias económicas, sociales y políticas preocupantes. Esto ha motivado a diversos investigadores al estudio de dichas variaciones, como por ejemplo los que se citan a continuación.

Mosiño y Morales (1988) analizaron las relaciones estadísticas entre la incidencia de ciclones tropicales en el Atlántico Occidental y el Pacífico Sudoriental con las lluvias anuales de Tacubaya, D.F., y el impacto que tiene en esta relación la intensidad de la corriente oceánica de El Niño.

Ojeda et al. (1990) analizaron el comportamiento de las series de temperatura media anual y de lluvia total anual, en el período 1923-1988, para las localidades de Veracruz, Xalapa y Las Vigas, y ponderaron en forma preliminar el impacto del incremento de concentraciones de CO_2 atmosférico, la ocurrencia de El Niño, las perturbaciones atmosféricas del Pacífico y del Atlántico, así como de la urbanización.

Mirolava (1990) analizó los datos de temperaturas de

Belgrado y precisó las variaciones causadas por los eventos naturales y la actividad humana y confirmó la influencia del crecimiento urbano sobre la temperatura mínima promedio.

Lemus y Gay (1988) estudiaron las variaciones de temperatura y precipitación en el Estado de Aguascalientes, en base a los datos de siete estaciones meteorológicas. Los posibles efectos locales fueron analizados a través de índices de aridez y de productividad concluyendo que la temperatura del Estado se ha incrementado en $0.4^{\circ}C$ en el período 1978-1985 en relación a los promedios de 1921-1985. También hallaron un aumento en el índice de aridez así como una disminución en la productividad agrícola.

Puesto que es observable a simple vista que desde hace dos décadas la temperatura media de Xalapa se ha incrementado. (Figura 1) mientras que la tendencia de la precipitación es a la baja, en este trabajo se comparan las tendencias de la temperatura media anual y de la precipitación pluvial anual con diferentes índices globales que califican la interacción océano-atmósfera, y que más adelante serán definidos.

DATOS ANALIZADOS

Los datos utilizados en este trabajo fueron obtenidos de varias fuentes y se consideraron en forma anual para el período 1923-1988.

Las lluvias totales anuales (P_x) y la temperatura media (T_x) por año para la localidad en estudio, fueron obtenidos de la base de datos proporcionados por la Representación Estatal del Servicio Meteorológico Nacional, que fueron usados en el trabajo de Ojeda et al. (1990). Para el período 1920-1990, los índices anuales de las oscilaciones del Pacífico Sur (SOI) o El Niño, las oscilaciones del Atlántico Norte (NAOI), así como las temperaturas del Pacífico Ecuatorial (SST1) y del Pacífico Oeste (SST2) fueron tomadas de Schneider y Schönwiese (1989).

De Lluch et al. (1991) se tomó la serie de anomalías de temperatura media anual global (ΔTg) respecto a la media

aritmética 1850-1990.

Las características estadísticas de El Niño y las oscilaciones del Atlántico Norte son estudiadas usando series de tiempo de los siguientes índices:

a).- SST1: Anomalías de la temperatura en la superficie del mar en el Pacífico Ecuatorial (180° - 90° W, 6° N- 10° S).

b).- SST2: Anomalías de la temperatura en la superficie del mar en el Pacífico Oeste Ecuatorial (130° W- 80° W, 0° - 5° S).

c).- SOI: Anomalías de las diferencias de presión entre Tahiti (17.5° S 149.6° W) y Darwin, Australia (12.4° S, 130.9° E).

d).- NAOI: Anomalías de las diferencias de presión entre las islas Azores e Islandia.

La búsqueda de relaciones entre las fluctuaciones climáticas de un sitio y la ocurrencia o intensidad de fenómenos de interacción océano-atmósfera, responde a que se han detectado mecanismos físicamente no bien establecidos, llamados teleconexiones, particularmente con la corriente oceánica anómala y cálida de El Niño, que aperiódicamente se presenta frente a la costa pacífica de América del Sur, en su fase madura entre noviembre y diciembre (Galindo, 1987), y que evidencia fluctuaciones climáticas a escala global.

Un índice asociado directamente con El Niño es el SOI. Sin embargo, los otros antes mencionados también son indicativos de variaciones climáticas globales como lo explica ampliamente Galindo (1987).

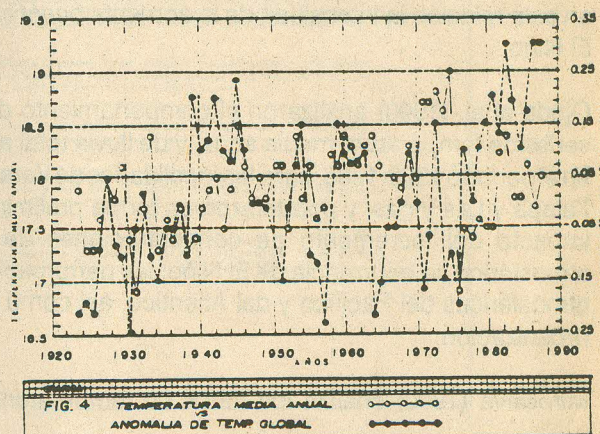
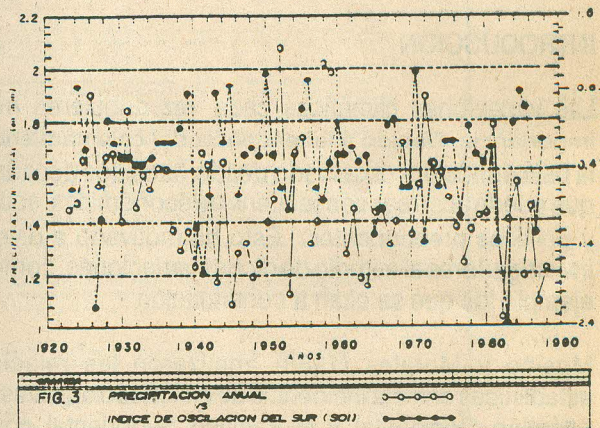
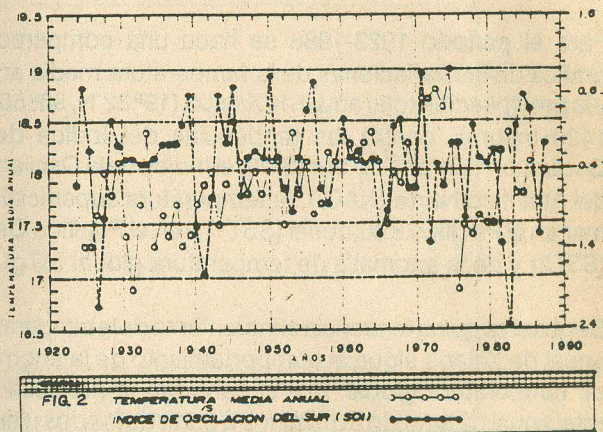
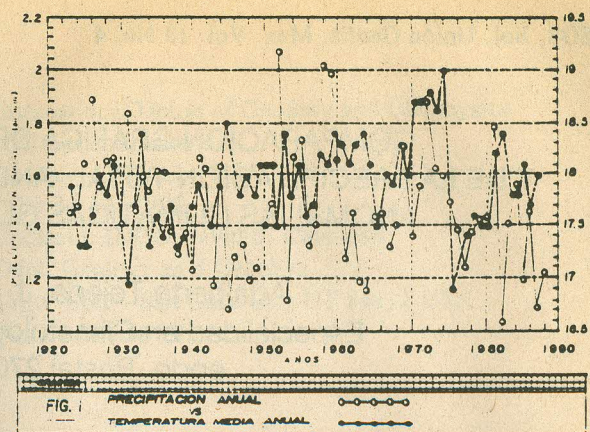
Cabe mencionar que el observatorio meteorológico de Xalapa en un principio se ubicaba en el centro geográfico de la ciudad y en 1976 fué trasladado a los suburbios del sureste. Esto explica por qué la gráfica de temperaturas anuales de Xalapa hay una baja precisamente en 1976.

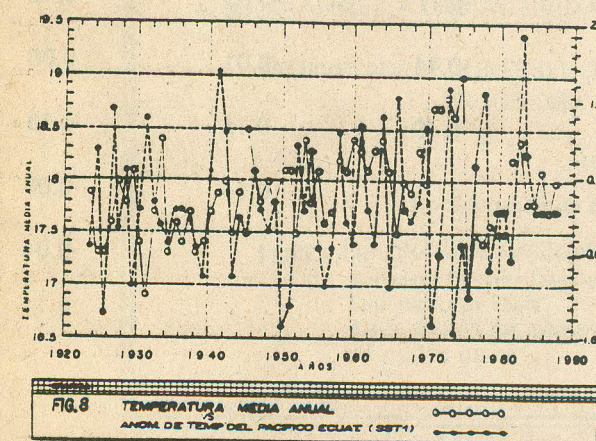
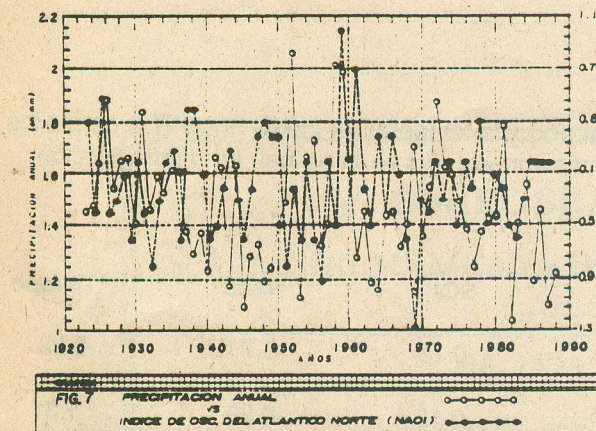
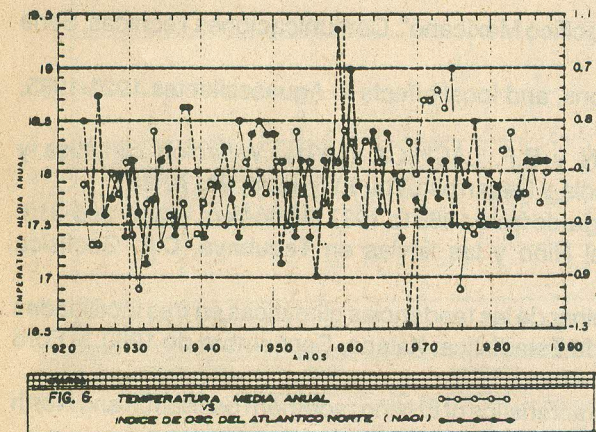
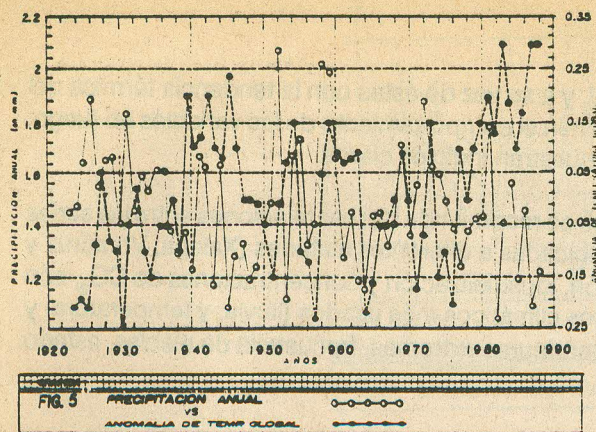
ANALISIS DE GRAFICAS

Se optó por realizar análisis gráfico, puesto que las correlaciones entre las variables consideradas no resultaron significativas (Tabla 1).

El estudio gráfico consistió en sobreponer las gráficas de las series de temperatura media anual y precipitación total anual de Xalapa contra las series de los diferentes índices mencionados con anterioridad, y posteriormente se llevó a cabo un estudio detallado de picos.

A continuación se comentan los rasgos más notorios de las comparaciones gráficas:





a).- La precipitación total y la temperatura media anuales de Xalapa, presentan tendencias opuestas: Esto se acentúa más en los periodos 1923-1932, 1945-1953, 1958-1968 y 1979-1988 (Fig. 1).

b).- La comparación de temperatura media y de la precipitación total de Xalapa, con el índice de El Niño u Oscilación del sur (SOI), sugiere que en año de Niño moderado ($SOI \approx 0$) las temperaturas tienden a disminuir y las precipitaciones se incrementan considerablemente, mientras que en presencia de Niño fuerte ($SOI > 0$) se presenta lo contrario (Figs. 2 y 3).

También se ve que los Niños más intensos ocurrieron en los años 1925, 1929, 1939, 1941, 1953, 1957, 1958, 1972, 1976 y 1983.

c).- En las Figs. 4 y 5 se comparan la evolución de la temperatura media y precipitación total anuales de Xalapa con las anomalías de temperatura global. La temperatura media sigue el comportamiento de la temperatura global, acentuándose más esta semejanza a partir de los años setentas. La precipitación frecuentemente alcanza picos máximos cuando la ΔTg muestra picos mínimos.

d).- La Tx y el NAOI (Fig. 6) a veces siguen comportamientos paralelos pero defasados en un año (ascenso de Tx entre 1938 y 1942 seguido de un ascenso de NAOI de 1940 a 1942. p.e.), pero en ocasiones son inversos, por lo que no puede establecerse fácilmente una relación entre ellos.

Algo similar se puede afirmar de la Fig. 7 (Px contra NAOI), la Fig. 8 (Tx contra SST1), la Fig. 9 (Px contra SST1), la Fig. 10 (Tx contra SST2) y la Fig. 11 (Px contra SST2), aunque en estas dos últimas predominan los paralelismos entre ambas curvas, mientras que en la Fig. 8 son frecuentes los casos de tendencias opuestas.

CONCLUSIONES

Se observa que la temperatura media anual de Xalapa ha tendido a incrementarse de manera similar a la anomalía de temperatura global. Así mismo se nota que la lluvia anual tiene una tendencia a la baja a partir de los años setentas, lo que bien puede tener su origen en la deforestación regional.

El método de análisis de gráficas utilizado en este trabajo fue el más apropiado, considerando el bajo valor del coeficiente de correlación lineal entre los índices y las variables estudiadas. Este método nos da una idea general de tendencias de las precipitaciones y temperaturas anuales de Xalapa mediante un análisis de picos, permitiendo comparaciones con los índices antes mencionados.

Es relativamente claro que pueden establecerse relaciones

entre las tendencias de la temperatura media anual y la lluvia anual, y a su vez de éstas con la tendencia térmica del planeta (ΔTg) y El Niño (SOI), pero sin que tales relaciones determinen el comportamiento de las variables en juego. En cambio, los otros índices analizados (NAOI, SST1 y SST2) no muestran indicios claros.

A partir de los resultados mostrados aquí y los de Ojeda et. al. (1990), se recomienda buscar relaciones entre las series anuales de temperaturas y precipitaciones para tres localidades ubicadas a diferentes altitudes (Xalapa, Veracruz y las Vigas), de ser posible con índices de urbanización, deforestación, industrialización y concentraciones de CO_2 , con el fin de determinar la magnitud de su influencia sobre los elementos climáticos más usados (lluvia, y temperatura) y otros de los que se tenga información de largo periodo, como temperaturas extremas, frecuencia de nieblas, estado del cielo, etc. de preferencia a nivel mensual.

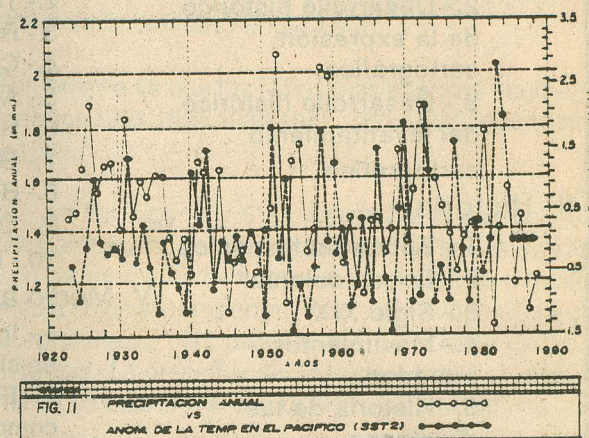
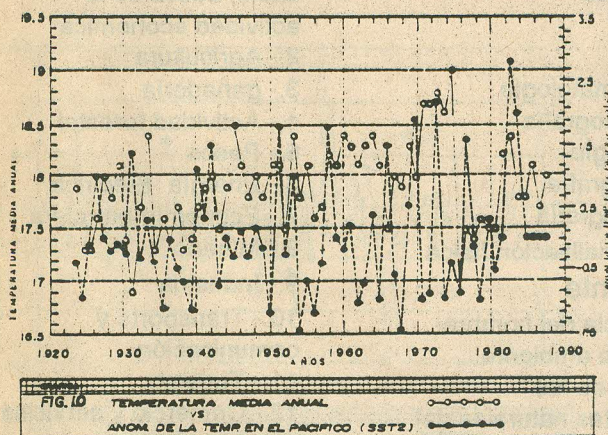
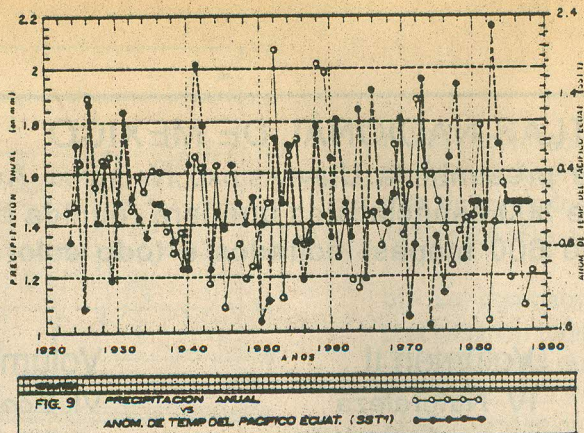
REFERENCIAS

- GALINDO, I. (1987) "El Niño/Oscilación suriana en las costas del Pacífico Mexicano". Comunicaciones Técnicas, Serie Investigación, No. 22. Inst. de Geofísica de la UNAM. 24 p.
- LEMUS, L. and C. GAY (1988). Temperature, precipitation variations, and local effects in Aguascalientes 1921-1985, *Atmósfera*. Vol.2: 39-44.
- LUCH, B.G. V.S. HERNANDEZ, Z.C. SALINAS, B.F. MAGALLON y B.F. LACHICA (1991). Variación climática y oceanográfica global, sus efectos en el Noroeste Mexicano. *Ciencia y Desarrollo*. Vol. XVII, núm. 98: 79-88
- MIROSLAVA, U. (1990). The yearly averaged air temperature in Belgrade from 1888 to 1987. *Atmósfera*. Vol. 3: 305-313.
- MOSIÑO, P. y T. MORALES (1988). Los ciclones tropicales, el Niño y las lluvias en Tacubaya, D.F. *Geofísica Internacional*, Vol. 27: 61-82.
- OJEDA, M., A. TEJEDA, S., RUIZ y M. MAHE (1990). Análisis preliminar de las tendencias climáticas en tres localidades del Estado de Veracruz y sus posibles causas. V. Foro Nacional de Estadística, Xalapa, Septiembre de 1990. V Foro Nacional de Estadística, Xalapa Septiembre 1990.
- SCHNEIDER, U. and C. SCHÖNWIESE (1989). Some statistical characteristics of El Niño/southern oscillation and North Atlantic oscillation indices. *Atmósfera*, Vol. 2: 167-180.

TABLA I

Coeficiente de correlación lineal entre la precipitación total anual (Px) y la temperatura media anual (Tx) contra los distintos índices analizados, para el período 1923-1988. (Las demás abreviaturas se describen en la Introducción).

	Px	Tx	ΔTg	SST1	SST2	SOI	NAOI	Tiempo
Px	1	-0.17	-0.15	0.14	0.08	-0.13	-0.7	-0.22
Tx		1	0.15	-0.05	0.12	-0.12	-0.20	1.31
ΔTg			1	0.34	0.29	-0.17	-0.09	0.42
SST1				1	0.62	-0.44	-0.01	0.06
SST2					1	-0.49	-0.18	0.13
SOI						1	0.14	-0.06
NAOI							1	-0.04
Tiempo								1



VI SIMPOSIUM DE GEOFISICA

ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION

FECHA: 13, 14 y 15 DE ABRIL DE 1994

SEDE: HOTEL SEVILLA PALACE, MEXICO D.F.

TEMAS: AFINES A LAS ACTIVIDADES DE LA GEOFISICA DE EXPLORACION

ACTIVIDADES: CONFERENCIAS TECNICAS, MESAS REDONDAS,
PROGRAMA PARA ACOMPAÑANTES, CENA-BAILE

INFORMES

Coordinación de Eventos Técnicos A.M.G.E.

PEMEX EXPLORACION Y PRODUCCION

Ings. Marcelino Olivares Dávalos
Eduardo Leon Tapia
Tels. - 531-63-08, 531-63-18
FAX - 254-08-46

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

Ings. F. Rubén Rocha de la Vega
Carlos Villegas Carrasco
Tel. - 567-82-61
FAX - 567-82-85

ATLAS NACIONAL DE MEXICO

Obra en tres tomos que presenta la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, donde la labor de más de 300 especialistas quedará reunida en una colección de 160 cartas (alrededor de 600 mapas) editados a todo color por el Instituto de Geografía.

Volumen I

I. Mapas Generales

- 1.- Mapas generales
- 2.- Desarrollo histórico de la expresión cartográfica.
- 3.- Desarrollo histórico del levantamiento cartográfico.

II. Historia

- 1.- Epoca prehispánica,
- 2.- Epoca colonial
- 3.- Siglo XIX
- 4.- Movimientos armados
- 5.- Historia de las divisiones político-administrativas

III. Sociedad

- 1.- Distribución de las poblaciones y características demográficas
- 2.- Migraciones
- 3.- Sistema urbano
- 4.- Vivienda
- 5.- Educación
- 6.- Cultura
- 7.- Salud
- 8.- Tipología sociodemográfica

Volumen II

IV. Naturaleza

- 1.- Geología
- 2.- Tectónica
- 3.- Relieve
- 4.- Clima
- 5.- Agroclimatología
- 6.- Hidrogeografía
- 7.- Edafología
- 8.- Biogeografía
- 9.- Oceanografía
- 10.- Regionalización física

V. Medio ambiente

- 1.- Influencia del hombre en el medio ambiente
- 2.- Estado de los componentes naturales del medio ambiente
- 3.- La población y el medio ambiente
- 4.- Evaluación del patrimonio natural y cultural
- 5.- Síntesis del medio ambiente

Volumen III

VI. Economía

- 1.- Energía, agua y suelo, bases de la actividad económica
- 2.- Agricultura
- 3.- ganadería
- 4.- Actividad forestal
- 5.- Pesca
- 6.- Energía Eléctrica
- 7.- Economía petrolera
- 8.- Minería
- 9.- Industria
- 10.- Transporte y comunicación
- 11.- Turismo
- 12.- Comercio y servicios
- 13.- Asimilación económica del territorio
- 14.- Regionalización económica

VII México en el mundo

1. Relaciones Internacionales
- 2.- Comercio Internacional
- 3.- México en el mundo

Informes y ventas:

Instituto de Geografía,
UNAM
Circuito Exterior
Ciudad Universitaria
Apartado Postal 20-850
México, 01000, D.F.
Tel.: 548-97-79
Fax.: 548-40-86

