



CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
DE  
GEOLOGIA Y GEOFISICA

*Compañía Mexicana de Exploraciones, S. A.*

RIO BALSAS 101 8º. PISO APDO. POSTAL 5-255

MEXICO 5, D. F.

TELS. 533-62-46

# COMPAÑIA MEXICANA AEROFOTO, S. A.



## ESPECIALIDADES

Cartografía  
Catastro urbano y rural.  
Cálculo electrónico  
Diseño fotogramétrico electrónico  
de obras de Ingeniería.  
Estudios preliminares  
Fotointerpretación.  
Fotografía aérea: pancromática,  
Infrarroja y a color.  
Fotografía comercial aérea  
Fotomurales.  
Levantamientos fotogramétricos.  
Localización de obras.  
Mosajcos fotográficos.  
Programación electrónica.  
Topografía

132 empleados especializados.

## EQUIPO

1 Avion Queen Air A-80 Mat. XB-XAK	4 Cámaras de Reproducción
1 Avion Riley Rocket. Mat. XB-SAR	3 Unidades de Telurómetro MRA-3
1 Avion Beech Craft Mat. XB-VIG	4 Teodolitos Wild T-2
2 Aviones Piper Aztec Mat. XB-MOI y NCO	2 Niveles automáticos Wild NAK-2
1 Avion Cessna 185 Mat. XB-TIS	4 Camionetas doble traccion
Unidad Central de Proceso IBM. 1131	2 Autógrafos Wild A-7 con Registradora de coordenadas
Lectora-perforadora de tarjetas IBM. 1442	1 Estereo cartógrafo Wild A-8
Unidad Impresora IBM. 1132	1 Autógrafo Wild A-9
1 Cámara Fotogramétrica Zeiss MRK-A	4 Autógrafos Wild B-8
1 Cámara Fotogramétrica Wild RC-9	1 Balplex 760, de 7 proyectores
1 Cámara Fotogramétrica Wild RC-8	2 Kelish K-5, de 4 proyectores c u.
1 Cámara Fotogramétrica Wild RC-5	3 Kelish K-1, de 2 proyectores c u.
3 Cámaras Fairchild	2 Multiplex de 6 proyectores c u.
4 Cámaras para fotografía oblicua	
5 Cámaras Rectificadoras	

### DIRECCION

1 de Abril N° 338 esquina con Pestalozzi Cal Escandon  
Telefono 516-07-40  
Cable: AEROFOTO, MEXICO MEXICO 18, D.F.  
Servicios Aereos Ave Santos Dumont N° 212

**Schlumberger**

# SCHLUMBERGER SURENCO, S. A.

## AGENCIA EN MEXICO

Bahia de San Hipólito 56-Desp. 302

Tel. 250-62-11

MEXICO 17, D.F.

**GEOFISICOS CONSULTORES PARA  
PETROLEOS MEXICANOS**



***Seismograph Service Corporation  
of Mexico***

**RIO TIBER 50-101 MEXICO 5, D.F.  
TELEFONOS : 514-47-94 514-47-96**

**SUBSIDIARIA DE  
SEISMOGRAPH SERVICE CORPORATION  
6200 East 41st. St. • Box 1590 • Tulsa, Oklahoma, U.S.A.**

**ESPECIALIZADOS EN :**

**SERVICIO DE  
GEOFISICA**

- Levantamientos :**
- Sismológicos
  - Gravimétricos
  - Magnetométricos
  - Procesado de Datos Magnéticos
  - LORAC - Levantamiento Electrónico

**SERVICIO DE  
REGISTRO DE POZOS**

- Registros para Evaluación de Formaciones
- Registros de Pozos de Producción
- Servicio de Terminación Permanente
- Registro Continuo de Velocidad

**C A A , S. A.**

**EXPLORACION**

**Y**

**PERFORACION**

Bruselas No. 10 3<sup>er</sup>. Piso

Tel. 546-63-77

MEXICO 6, D. F.

# BOLETIN

de la

## Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración

---

### S U M A R I O

DETERMINACION DEL CLIMA, VEGETACION Y SUELO  
EN LOS ESTUDIOS DE EXPLORACION  
UTILIZANDO LA CARTOGRAFIA TEMATICA EXISTENTE

Por: Ing. Jorge Caire Lomeli\*

\* Ingeniero Topógrafo e Hidrógrafo I.P.N.

Maestro en Geografía U.N.A.M.

Doctor en Geografía U.N.A.M.

Cartógrafo de Petróleos Mexicanos

Profesor de Cartografía y Geodesia del Colegio de Geografía, de la -  
Universidad Nacional Autónoma de México y de la Escuela Superior  
de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional.

ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION

MESA DIRECTIVA PARA EL PERIODO 1977-1979

Presidente	Ing. Antonio Deza Suárez
Vicepresidente	Ing. Alberto Arroyo Pichardo
Secretario	M.C. Héctor Palafox Rayón
Tesorero	Ing. Mario Rosello Guzmán
Editor	M.C. Rogelio Aspiroz Aguilar
Vocal Poza Rica, Ver.	Ing. Sergio Figueroa Arias
Vocal Coatzacoalcos, Ver.	M.C. José Ponce de León
Vocal Reynosa, Tam.	Ing. Armando Núñez Núñez
Vocal Tampico, Tam.	Ing. Carlos López Ramírez
Vocal Córdoba, Ver.	Ing. Serafín Ortega Aguilar
Vocal Instituto Mexicano del Petróleo	Ing. Rodolfo Marín Campos
Vocal Instituto Politécnico Nacional	Ing. Jorge Franco Páez
Vocal Universidad Nacional de México	M.C. Luis del Castillo

Presidente saliente: Ing. Raúl Silva Acosta

---

Este boletín no se hace responsable de las ideas emitidas en los artículos que se publiquen, sino sus respectivos autores.

---

Este boletín se publica cada tres meses y se distribuye gratuitamente a los socios.

---

Cuota anual para miembros	\$ 300.00
Suscripción anual (no socios)	\$ 350.00
Números sueltos	\$ 120.00

---

Para todo asunto relacionado con el boletín: manuscritos, asuntos editoriales, suscripciones, descuentos especiales a bibliotecas públicas o Universidades, publicaciones, anuncios, etc., dirigirse a:

M.C. ROGELIO ASPIROZ AGUILAR  
Apdo. Postal 53-077  
México 17, D.F.

Imprenta VERDIGUEL  
Mar de Japón 39-A  
México 17, D.F.  
Tel. 527-42-68

## R E S U M E N

A partir de 1973 se ha establecido un sistema de clasificación climática propia para la República Mexicana y al conocer las ventajas que ésta presenta para su utilización, en este estudio se trata de fincar una metodología de análisis climático basado en él, haciendo una descripción de las etapas y procesos por los que debe pasar un estudio hasta llegar a establecer el clima de una área geográfica seleccionada.

Esta metodología a la vez considera la interrelación del clima con el suelo y la vegetación, por lo que también se han descrito los pasos metodológicos necesarios para su determinación.

El presente estudio está conformado por dos partes principales: el marco teórico y el marco metodológico.

En el primero se establecen los principios básicos del clima, así como su conceptualización teórica y las diversas formas de clasificación. Especial atención se le otorga a la relación del hecho climático con otros elementos constitutivos del paisaje geográfico.

El marco metodológico, por su parte, es una aplicación de estos conceptos a una área geográfica determinada y que para este estudio es la Hoja Atlas Xalapa 1 - B, área en la que se han estudiado los tres fenómenos antes mencionados, dando en cada uno de ellos su correspondiente metodología.

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

En los estudios que se realizan para la exploración de los recursos naturales intervienen varias disciplinas, en las que por su interrelación en el medio físico es necesario compaginarlas con los aspectos del paisaje geográfico, siendo el clima, la vegetación y el suelo hechos congruentes con el tema u objetivo de las exploraciones.

El clima está interrelacionado tanto con la vegetación y el suelo así como con los hechos y fenómenos geológicos de una región. Si se conocen el clima y la vegetación de una área en la que se van a realizar trabajos de exploración, se tendrá una información valiosa para programar los meses del año más adecuados para llevar a cabo los trabajos de campo tanto por métodos directos como indirectos.

Por otra parte la climatología guarda cierta relación con los fenómenos geológicos puesto que la Tierra es dinámica, la mayoría de sus procesos de cambio se efectúan tan lentamente que son imperceptibles durante el período de vida de un hombre pero actúan inexorablemente y dado los miles de millones de años abarcados por el tiempo geológico pueden producir efectos profundos.

Uno de los procesos de cambio que ha afectado a la Tierra es la modificación de los diversos climas que la constituyen. En los estudios recientes que han efectuado Reid Bryson y Humbert Lamb de la Universidad de Wisconsin y de la Universidad Inglesa East Anglia respectivamente, -



sostienen que la Tierra atraviesa un período de variación climática. La sequía que afecta a varios países de Europa, los terremotos en Italia, - China y Filipinas, la gran precipitación que se presenta en la actualidad sobre Islandia, son manifestaciones de este cambio.

El conocimiento del clima determina los meses del año más propicios para efectuar los vuelos conducentes a la obtención de la fotografía aérea, la que conlleva a la elaboración de cartas base como a la interpretación - e identificación de diversos aspectos como son la fotogeología, fotogeografía y en general, a los estudios de reconocimiento en cualquier campo de exploración de los recursos naturales.

El clima ha sido uno de los fenómenos geográficos más estudiados - inclusive desde la edad antigua pasando por Thornthwaite y Koppen, siendo las investigaciones de este último las que cuentan con una aprobación universal en la actualidad.

Dadas las condiciones geográficas especiales de la República Mexicana esta clasificación ha sido modificada por la geógrafa Enriqueta García Amaro de la Universidad Nacional Autónoma de México adaptándola a las exigencias del país.

Esta clasificación que incluye la modificación al sistema de Koppen es la que se ha utilizado como base en el presente trabajo.

El estudio que aquí se presenta establece los objetivos básicos siguien

tes :

1. Unificar los criterios de determinación de los fenómenos climáticos, edafológicos y vegetacionales en un solo sistema nacional enmarcado al internacional.

2. Dar a conocer las metodologías apropiadas para la determinación de los elementos mencionados, basados en estudios recientes y adaptados a la realidad de la República Mexicana.

3. Señalar la incidencia del conocimiento de la situación climática y de sus fenómenos, interrelacionados con los trabajos de reconocimiento y exploración petrolera, así como en toda investigación o estudio que amerite trabajo en terreno y en tareas relacionadas con la toma de fotografías aéreas.

Metodología.

Para el desarrollo y presentación de este estudio se ha consultado una amplia bibliografía relacionada con el tema y en especial se ha trabajado a partir de las cartas geográficas elaboradas por las instituciones encargadas de este tema, como lo son el Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Secretaría de Recursos Hidráulicos, así como la información estadística proporcionada por la Dirección de Geografía y Meteorología dependiente de la Secretaría de Agricultura y Ganadería.

## A. MARCO TEORICO

### 1. CONCEPTO Y GENERALIDADES

El clima de una área geográfica es un fenómeno complejo e interesante de analizar, es un tema importante de creciente interés en nuestros días, tanto por los cambios que experimenta así como por su significado en la vida en general.

Una definición muy utilizada para el clima ha sido, el del estado medio de la atmósfera en un momento dado, pero en realidad es sólo una primera aproximación.

En primer término es conveniente distinguir entre tiempo y clima; cuando los meteorólogos emplean esta palabra, ésta se refiere mas bien a las variaciones a corto plazo del estado de la atmósfera, sean éstos en un día, hora e inclusive un mes; las manifestaciones del tiempo a largo plazo constituyen el clima. Es así que puede decirse que el clima de cualquier región está representada por las estadísticas del tiempo durante un período de considerable duración, generalmente varias décadas.

En un clima se deben distinguir los elementos y los factores, los primeros siempre se registran variando sólo su intensidad, los segundos varían según la localización geográfica en que se encuentre el área en estudio.

La expresión microclima se utiliza para designar la estructura climá-

tica de la atmósfera entre la superficie terrestre en una pequeña área geográfica, que a veces presenta diferentes variaciones de sus elementos con relación al resto del área. Battan hace por su parte dos diferenciaciones al respecto al hablar de mesoclima, al referirse a características climáticas de regiones comprendidas entre 10 y 100 kilómetros cuadrados y macroclima, para una zona de gran extensión superior a 100 kilómetros cuadrados y se refiere a clima propiamente cuando considera la totalidad del planeta.

## 2. ELEMENTOS DEL CLIMA

Los elementos que se deben de considerar en un análisis climatológico son : la temperatura, los movimientos de la atmósfera y la humedad, - tomando a cada uno de ellos en sus variaciones, oscilaciones y comportamiento medio.

Influye además en la estructuración del clima, aspectos cuya presencia son características propias de cada zona y se les denominan factores tales como: altitud sobre el nivel del mar, lejanía o cercanía al mar, corrientes marinas, presencia o ausencia de vegetación, etc.

El clima de una región se describe frecuentemente en términos de los promedios de temperatura, precipitación, humedad atmosférica y velocidad del viento, a lo largo de un período extenso de años.

En el estudio climatológico es necesario analizar gran cantidad de in-

formación, la que se encuentra registrada en las estaciones meteorológicas, o en los centros de información respectiva.

## 2.1 El Elemento temperatura.

La distribución de la temperatura en la atmósfera es el fenómeno fundamental, es el que rige la circulación atmosférica general y en consecuencia la distribución de la lluvia. Su causa se origina en la radiación solar, la que es transmitida a la Tierra por el fenómeno de irradiación. Esta transmisión no es constante por lo que las temperaturas varían durante el día y la noche; a estas variaciones se les denomina oscilaciones térmicas, existiendo por lo tanto oscilaciones diarias, mensuales y anuales.

Las variaciones de la temperatura en la Tierra no solo obedecen a esta causa, que es la principal, sino que depende de varios factores tales como: latitud, altitud, distribución de aguas oceánicas, corrientes marinas, etc.

## 2.2. Los movimientos de la atmósfera

Los movimientos horizontales son más violentos que los verticales, varias decenas de kilómetros en vez de algunos metros, pero son los últimos los que juegan un papel climático considerable.

Estos movimientos son el resultado de diferencias de presión en la superficie de la Tierra; éstos se realizan a veces bajo la forma de vientos regulares cuyas capas son paralelas a lo largo de grandes extensiones, -

pero muy a menudo esta orientación dominante solo puede ser definida partiendo de medidas numéricas.

La observación directa del viento registrada por las veletas y los anemómetros da buenos resultados en la superficie de los océanos donde el relieve no interviene para modificar la velocidad y dirección de las corrientes aéreas. Para apreciar la circulación general en los continentes es preciso lanzar a la atmósfera globos libres y estudiar su desplazamiento; otro método consiste en calcular la dirección y la fuerza del viento partiendo de la distribución de la presión atmosférica dada por radiosondas.

El movimiento del aire es el resultado de la acción de varias fuerzas de fricción y presión. El movimiento de rotación de la Tierra y la configuración orográfica de la misma, determinan vientos generales, periódicos y locales. El aire circula empujado de un centro o zona de alta presión a un centro o zona de presión más baja, a fin de anular la diferencia existente.

El impulso del viento depende de las variaciones de presión; una vez que el viento empieza a soplar entran en juego varios factores, entre ellos la fuerza producida por la rotación del planeta, fuerza llamada coriolis y la fricción de la corriente con los accidentes topográficos.

Al efectuar el estudio del movimiento del aire en la atmósfera, se observa que existen varias escalas de movimiento; así en pequeña escala existen vientos con dimensión de un centímetro y una duración de segundos; -

las tempestades de arena que se producen en los desiertos cubren áreas que pueden tener varios kilómetros y pueden durar varias horas; los ciclones y anticiclones, se extienden sobre centenares y aún millares de kilómetros, duran varios días. La intensidad y consecuencia de los movimientos de la atmósfera se miden a través de la escala de Beaufort.

La velocidad se expresa a veces en metros por segundo o en kilómetro por hora, y en algunos países anglosajones en millas terrestres por hora, aunque es válido a la vez expresarla en nudos o millas marinas.

### 2.3 La humedad atmosférica y la precipitación,

La atmósfera contiene cantidades variables de agua en forma de vapor, la mayor parte de ellas se encuentra en los cinco primeros kilómetros de la atmósfera, en la Tropósfera, y procede de diversas fuentes terrestres, debido al fenómeno de la evaporación. El vapor de agua que se encuentra en la atmósfera proviene principalmente de la evaporación de los mares y de otras fuentes hídricas; el paso a la atmósfera se hace por el fenómeno llamado ciclo hidrológico.

La cantidad de vapor de agua en un volumen dado de aire, se denomina humedad. Es muy difícil medir directamente la cantidad de agua presente en la atmósfera, por ello se expresa en por ciento, en relación a la cantidad máxima que puede contener el aire saturado a una determinada temperatura; este por ciento es conocido como humedad relativa; en tanto

que humedad absoluta es definida como el peso en gramos del agua contenida en un metro cúbico de aire .

En general se puede decir que el grado de humedad existente en la atmósfera depende principalmente de la temperatura, cuando más caliente esté una masa de aire, mayor es la cantidad de agua que puede retener, así cuando una masa de aire caliente se enfría desprende vapor en diversas formas .

Cuando la masa de aire contiene la máxima cantidad de agua admisible a una determinada temperatura se dice que la atmósfera está saturada; si se enfría se produce el fenómeno de la condensación. La temperatura del aire a la cual se produce este proceso se conoce como temperatura de punto de rocío.

La condensación resultante del enfriamiento de una masa de aire puede producirse por tres causas :

- a) Contacto con una superficie fría que puede ser el suelo o un manto de agua .
- b) Mezcla de dos masas de aire de temperatura diferente y
- c) Ascensión del aire que por disminución de presión conduce las moléculas a alejarse unas de otras .

Según la importancia de los movimientos ascendentes a los que están ligados la condensación se presentan en diversas formas: rocío, escarcha,



niebla, brumas, nieve, lluvia. Esta última es la más estudiada en un análisis climatológico.

La lluvia o precipitación se halla ligada a la ascendencia de una masa de aire suficientemente húmeda, la que puede producirse de dos formas, originando por lo tanto dos tipos diferentes de precipitación: precipitación de convección, si el movimiento ascendente es espontáneo y precipitación de origen dinámico si el movimiento es forzado, entre esta última se encuentra la precipitación de convergencia y orografía.

La lluvia se mide por los milímetros caídos durante un determinado período de tiempo e incluye el total de agua resultante de la lluvia, rocío u otro tipo de precipitación.

De interés en un estudio climatológico son: los totales mensuales, anuales, número de días con lluvia, máxima precipitación por día, hora o período de tiempo y constancia de régimen de lluvia; todos estos aspectos se miden en milímetros.

La representación cartográfica de las precipitaciones acuosas se efectúa por medio de las isoyetas, lo que se efectúa haciendo pasar líneas por los puntos que reciben igual cantidad de lluvia durante el período considerado; las líneas que unen igual coeficiente pluviométrico se denominan equipluvias. Los valores mensuales de precipitación se representan gráficamente en el climograma.

### 3. LOS FACTORES DEL CLIMA

En todo estudio climatológico se debe considerar además de los elementos los factores que lo modifican, esto requiere en primer término localizar geográficamente con el mayor detalle posible el área que se analiza, dado que la presencia o no de estos factores, está en relación con el lugar que ocupa el área sobre la superficie terrestre.

#### 3.1 El factor latitud

Considerando que el único suministrador de calor en cantidades considerables es el Sol y su efecto es mayor cuanto más se aproximan sus rayos a la vertical, el calor recibido por una porción determinada de la superficie terrestre y de la duración con que llega la luz solar, ambas dependen de la latitud.

La duración de la insolación aumenta en verano al crecer la latitud, y decrece en invierno de manera que la mayor duración del día en verano compensa en parte la disminución debida a la oblicuidad del Sol; este es un hecho de gran importancia para el cultivo agrícola, específicamente de cereales.

El plano de la Eclíptica tiene una inclinación de  $23^{\circ} 27'$  con respecto al plano del Ecuador, este ángulo delimita la línea de los trópicos de Cáncer y Capricornio; la línea perpendicular al plano de la eclíptica pasando por el centro definen las latitudes de  $66^{\circ} 37'$ , al norte el Circulo Polar -

Artico y al sur el Antártico.

En función de estos circulos se definen las cinco zonas climáticas :

1. Zona fría o polar ártica, situada entre los paralelos de  $66^{\circ} 37'$  a  $-90^{\circ} 00'$  de latitud norte.
2. Zona templada norte, entre los paralelos de  $23^{\circ} 27'$  a  $66^{\circ} 37'$  de latitud norte.
3. Zona intertropical, entre los paralelos de  $23^{\circ} 27'$  de latitud norte a  $23^{\circ} 27'$  de latitud sur.
4. Zona templada sur, entre los paralelos de  $23^{\circ} 27'$  a  $66^{\circ} 33'$  de latitud sur.
5. Zona fría o polar antártica, entre los paralelos de  $66^{\circ} 33'$  a  $90^{\circ} - 00'$  de latitud sur.

### 3.2 La latitud

Este factor ofrece una profunda acción sobre el clima, ya que incide sobre sus elementos tales como en la presión, temperatura y precipitación.

Con respecto a la presión se observa que desde el nivel del mar hasta los 600 metros de latitud, la disminución de la presión es de un grado cada 75 metros; desde 600 a 1500 metros la disminución es de un grado cada 100 -

metros y desde 1500 a 3000 metros la disminución es de un grado, cada 120 metros; a una altura de 5600 metros la presión de la atmósfera es la mitad de la que tiene a nivel del mar.

Los efectos fisiológicos directos de una presión reducida se traducen en una sensación de malestar que culmina en el mal de montaña y resulta del empobrecimiento del oxígeno en la sangre, debido al enrarecimiento de la atmósfera.

El decrecimiento de la densidad del aire determina una disminución en la absorción de los rayos solares, disminución más acusada por la ausencia virtual de vapor de agua; el resultado es una notable diferencia entre el calor recibido al sol y las temperaturas a la sombra.

El decrecimiento de la temperatura con la altitud está sujeto a variaciones debidas a causas locales, que en algunos casos llegan a determinar inversiones, pero en general es de un grado para cada 160 metros. La principal causa de la baja en la temperatura es la escasa densidad del aire, su relativa pobreza de vapor de agua y anhídrido carbónico, con lo que disminuye su poder de absorber el calor. Los rayos solares atraviesan las capas de aire sin calentarlas y en cambio pierde calor por radiación hacia la tierra fría durante la noche o cuando se encuentra en la sombra.

De más alcance que los efectos de los cambios de presión y temperatura, es la profunda modificación de la distribución de la lluvia que tiene efecto a grandes altitudes.

El aumento de la lluvia en las tierras altas se explica por el enfriamiento del aire al subir obligadamente por la pendiente y al entrar en contacto con las tierras frías de las grandes altitudes, este aumento es más pronunciado cuando el relieve opone una barrera a los vientos cargados de humedad, es decir, cuando la lluvia es orográfica.

Se debe tener en cuenta que la cantidad de vapor de agua que puede contener el aire no es función simple de la temperatura, sino que el aumento por grado en el aire caliente es mayor que en frío, a esto se debe que la ascensión del aire en las latitudes tropicales origina lluvia más intensa que una ascensión similar en climas templados.

### 3.3 Distribución de tierras y mares.

Es otro factor que debe considerarse en un estudio climático; se debe tener presente que los océanos se enfrían y se recalientan más lentamente que los continentes debido a que el calor específico del agua es dos o tres veces mayor que el de la tierra, es decir que es necesario suministrarle una cantidad de calor dos o tres veces mayor para obtener la misma elevación de la temperatura; por otra parte los movimientos del agua producen una mezcla muy intensa entre las capas superficiales y profundas en un espesor de muchas decenas y a veces de varios metros; estos movimientos son en parte forzados y en parte de convección, por esto la superficie del agua se enfría debido a un aumento de densidad, que arrastra a la profundidad a las capas superficiales, éstas son sustituidas por las capas in-

feriores que permanecen más cálidas, las cuales se enfrían también y así sucesivamente. El factor procedente hace que el recalentamiento de la superficie de la Tierra sea más rápido en verano que su enfriamiento en invierno.

De estos principios emanan importantes contrastes climáticos entre el continente y el océano, contraste que es muy desigual según la latitud, ya que en las áreas intertropicales este aspecto se halla muy atenuado debido a que la amplitud térmica de los continentes es reducida.

Las diferencias en las propiedades térmicas de la tierra y el mar explican en parte el contraste entre el hemisferio norte y sur por ser éste completamente marítimo.

### 3.4 Influencia de las corrientes marinas.

Muchos de los aspectos de los climas marítimos y continentales no pueden explicarse adecuadamente por el solo contraste entre tierra y mar, sino que se debe analizar el tipo de corriente oceánica que los afecta, sea ésta fría o cálida, reduciendo o aumentando la temperatura de las tierras que baña.

La lluvia será más intensa en las costas bañadas por corrientes cálidas y ligera en la rodeadas por agua fría.

## 4. CLASIFICACION DE LOS CLIMAS

Las infinitas combinaciones de factores climáticos obrando sobre la -

Tierra y actuando sobre regiones de gran variedad topográfica, producen un gran número de climas y microclimas que es necesario clasificar.

#### 4.1 Las primeras clasificaciones.

Ya los geógrafos griegos durante la época Antigua dividieron la superficie terrestre en zonas climáticas, atendiendo a la inclinación de los rayos solares: la tórrida, la templada y la glacial. Esta elemental división tomó en cuenta solamente un factor, la latitud, prescindiendo de otros tales como la altitud del lugar y la distancia al mar.

En los Tiempos Modernos desde el siglo XIX en adelante se cuenta con estaciones meteorológicas en diversos lugares del mundo.

En 1896 Supan sugirió una división del mundo en 35 provincias climáticas caracterizada cada una por una cierta combinación de elementos climáticos, las que se encuentran reproducidas en el Atlas de Meteorology de Bartholomw. En realidad más que una clasificación se trata de una enumeración climática del mundo, Supan propuso la isoterma media anual de 20° centígrados como límite de los climas cálidos y la temperatura de 10° centígrados en el mes más cálido; ambas separan los climas cálidos de los fríos.

#### 4.2 La clasificación climática de Köppen.

Las mismas temperaturas de 20° y 10° centígrados fueron adoptadas por Wilhem Köppen en 1918, en una clasificación más completa basada -

en la duración de los períodos con temperaturas superiores, intermedias o inferiores a las citadas. Se diferencia de Supan en que ya no considera los valores anuales sino los mensuales.

Sus estudios lo condujeron a establecer cinco zonas climáticas.

1. Zona tropical, los doce meses del año con temperatura media superior a 20° centígrados.

2. Zona subtropical norte y sur, de cuatro a once meses con temperatura media sobre 20°, y de uno a ocho meses con temperatura media entre 10° centígrados.

3. Zona templada, de cuatro a doce meses con temperaturas medias mensuales entre 10° centígrados.

4. Zona fría, de uno a cuatro meses con temperatura media mensual entre 10° y 20° centígrados y de ocho a once meses con temperatura media inferior a 10° centígrados.

5. Zona polar, los doce meses del año con temperatura media inferior a 10° centígrados.

Aplicada esta clasificación se observó que tenía el inconveniente de incluir dentro de un mismo grupo a regiones de muy diferente carácter climático por lo que posteriormente Köppen varió los límites de temperatura eligiendo los de 18° y -3° centígrados; el de 18° lo adoptó por ser



la temperatura óptima para la actividad humana y el de  $-3^{\circ}$  por ser ésta la temperatura del aire, a la que puede conservarse una capa de nieve sobre el suelo durante un período largo de invierno; no modificó en cambio el límite de  $10^{\circ}$  centígrados.

En sucesivas revisiones y ampliaciones llegó a fijar el autor once categorías climáticas como lo muestra la tabla siguiente.

CLASIFICACION DE CLIMAS, SEGUN WILHEM KÖPPEN

Zonas	No.	Tipos de Clima	Caracteres y subdivisiones	Ejemplo
A Tropical lluviosa  Siempre: $t > 18^{\circ}\text{C.}$ $R > 75 \text{ cm.}$	1	Af. De selva	Lluvia todo el año $\left\{ \begin{array}{l} \text{Si } 75 < R < 150, r(\text{sec}) > 6 \\ \text{Si } 150 < R < 200, r(\text{sec}) > 4 \\ \text{Si } 200 < R < 250, r(\text{sec}) > 2 \\ \text{Si } 250 < R, r(\text{sec}) > 0 \end{array} \right.$	Singapur
	2	Aw. De sabana	Lluvia periódica, invierno seco $\left\{ \begin{array}{l} \text{Si } 75 < R < 100, r(\text{sec}) > 6 \\ \text{Si } 100 < R < 150, r(\text{sec}) > 4 \\ \text{Si } 150 < R < 200, r(\text{sec}) > 2 \\ \text{Si } 200 < R < 250, r(\text{sec}) = 0 \end{array} \right.$	Surat
		Am. De bosque lluvioso	Lluvias monzónicas de verano $\left\{ \begin{array}{l} \text{Condiciones intermedias entre las anteriores} \end{array} \right.$	Colombo
B Seco	3	BS. De estepa	BSs. Lluvias en invierno $R \leq 2T$ BSx', " irregulares $R \leq 2(T + 7)$ BSW. " en verano $R \leq 2(T + 14)$	Murcia-Almería Lugano
	4	BW. De desierto	BWs. Lluvias en invierno $R \leq T$ BWx', " irregulares $R \leq T + 7$ BWw. en verano $R \leq T + 14$	El Cairo
C Templado lluvioso $-3^{\circ}\text{C} < t(\text{fr}) < 18^{\circ}\text{C.}$	5	Cw. De invierno seco, no riguroso	Lluvia periódica, invierno seco: $r(\text{II}) > 10 \text{ } r(\text{sec})$	Tucumán (Argentina)
	6	Cs. De verano seco caluroso	Lluvia periódica, verano seco: $r(\text{II}) > 3 \text{ } r(\text{sec})$	Madrid Barcelona
	7	Cf. De ambiente húmedo	Lluvia irregular: $3 \text{ } r(\text{sec}) < r(\text{II}) < 10 \text{ } r(\text{sec})$	La Coruña
D Boreal o nevado de bosque $t(\text{fr}) < -3^{\circ}\text{C.}$ $t(\text{cal}) > 10^{\circ}\text{C.}$	8	Df. De invierno húmedo	Lluvia irregular: $3 \text{ } r(\text{sec}) < r(\text{II}) < 10 \text{ } r(\text{sec})$	Moscú
	9	Dw. De invierno seco frío	Lluvia periódica, invierno seco: $r(\text{II}) > 10 \text{ } r(\text{sec})$	Pekín
E Nevado	10	ET. De tundra	$t(\text{cal}) \geq 0^{\circ}\text{C.}$	Jacobshaven (Groenlandia)
		EF. De nieves perpetuas	$t < 0^{\circ}\text{C.}$	Mac Mundo
	11	EB. Seco de alta montaña: de tundra o de nieves perpetuas		

## VARIEDADES DENTRO DE LOS TIPOS B, C Y D

- $h' = \text{Muy caliente } T > 18^\circ \text{C. } t(\text{fr}) > 18^\circ \text{C.}$   
 $h = \text{Caliente } T > 18^\circ \text{C. } t(\text{fr}) < 18^\circ \text{C.}$   
 $v = \text{Temperatura máxima no registrada hasta otoño}$   
 $a = t(\text{cal}) > 22^\circ \text{C. } t \text{ de 4 meses o más superior a } c = t(\text{fr}) > -38^\circ \text{C. } t \text{ de menos de 4 meses superior a } 10^\circ \text{C.}$   
 $b = t(\text{cal}) < 22^\circ \text{C. } t \text{ de 4 meses o más superior a } d = t(\text{fr}) < -38^\circ \text{C. } t \text{ de menos de 4 meses superior a } 10^\circ \text{C.}$

## VARIEDADES DE LOS TIPOS A, B Y C.

- $i = \text{Isotermal, es decir, } t(\text{cal}) - t(\text{fr}) < 5^\circ \text{C.}$   
 $g = \text{Temperatura máxima anterior al solsticio de verano (como en la región del Ganges)}$   
 $g' = \text{Temperatura máxima posterior al solsticio de verano}$   
 $n = \text{De niebla frecuente; } n' = \text{niebla escasa, pero aire húmedo, lluvia escasa, tiempo relativamente fresco, verano con temperatura inferior a } 24^\circ \text{C.; } n'' = \text{igual que } n', \text{ pero en verano con temperatura superior a } 24^\circ \text{C.}$   
 $w' = \text{La estación lluviosa en otoño; } w'' = \text{dos estaciones de lluvia separadas por dos estaciones secas.}$   
 $x = \text{Estación lluviosa al comienzo del verano y la seca al final del verano; } x' = \text{lluvias escasas.}$   
 $s' = \text{La estación lluviosa se adelanta y se produce en otoño.}$

Con arreglo a este índice, serán zonas húmedas aquellas cuyo índice valga de 0 a 2; zonas semihúmedas, las de índice entre 2 y 3; áridas, entre 3 y 6, y subdesérticas, mayor de 6. Las líneas que unen los puntos de igual índice termopluviométrico son designadas con el nombre de isóxeras.

Clasificación de climas, según W. Köppen. Volviendo a la clasificación propuesta por W. Köppen, antes esbozada y que es una de las más universalmente seguidas actualmente, hay que decir que, en sucesivas ampliaciones y revisiones, llegó a fijarse el autor en las once categorías que indica el siguiente cuadro, con las variedades que señalan los esquemas que van a continuación del mismo. Para simplificarlos, nos servimos de las siguientes notaciones:

- $T = \text{temperatura media del año}$   
 $t = \text{temperatura media de un mes}$   
 $t(\text{cal}) = \text{temperatura media del mes más caluroso}$   
 $t(\text{fr.}) = \text{temperatura media del mes más frío}$   
 $R = \text{precipitación media del año}$   
 $r = \text{precipitación media de un mes}$   
 $r(11.) = \text{precipitación media del mes más lluvioso}$   
 $r(\text{sec.}) = \text{precipitación media del mes más seco}$
- $\left. \begin{array}{l} t \\ t(\text{cal}) \\ t(\text{fr.}) \end{array} \right\} \text{ en } ^\circ \text{C.}$   
 $\left. \begin{array}{l} R \\ r \\ r(11.) \\ r(\text{sec.}) \end{array} \right\} \text{ en centímetros de altura}$

Entre las revisiones y aportaciones hechas a la clasificación de Köppen se señalan la indicada por Lang, él propuso el factor pluviosidad que es igual a : (precipitación en milímetros) : (temperatura en grado C.). De acuerdo a esto Lang estableció la siguiente clasificación.

- a. Cociente resultante entre 0 y 20 mm/°C, zona de desierto .
- b. De 40 a 60 mm/°C, zonas húmedas de estepa y sabana
- c. De 60 a 100 mm/°C, zonas húmedas de bosques claros
- d. De 100 a 160 mm/°C, zonas húmedas de grandes bosques
- e. Mayor de 160 mm/°C, zonas superhúmedas con prados y tundras.

Por su parte el geógrafo francés Manuel De Martonne propuso el índice de aridez el que es igual: (precipitación en mm) : (temperatura media más 10°C) es decir lo mismo que el factor de pluviosidad de Lang, pero adicionándole diez unidades al denominador, para que si la temperatura media es negativa el índice de aridez no lo sea.

Con respecto a este índice De Martonne clasifica a los climas en :

- a. Índice de 0 a 5 igual a desierto
- b. De 5 a 10, semidesierto
- c. De 10 a 20, estepa y países secos mediterráneos
- d. De 20 a 40, de cultivo de secano y olivares
- e. De 40 a 60, tropical y monzón

Como se observa, este autor mezcla aspectos climáticos con agrícolas.

Dado que parece inadecuado llamar índice de aridez a un valor que es más pequeño cuanto más grande es la aridez, los geógrafos españoles - Cereceda y Revenga Carbonell propusieron lo que ellos denominaron índice pluviométrico, el que es igual a :

$$i = \frac{\text{temperatura media en } ^\circ\text{C}}{p \text{ precipitación media en mm}} \times 100$$

Con arreglo a este índice se establecieron las siguientes zonas :

- a. Húmedas cuyo índice es de 0 a 2.
- b. Semiáridas, entre 2 y 3.
- c. Áridas, entre 3 y 6
- d. Subdesérticas mayor de 6.

Las líneas que unen puntos de igual índice termopluviométrico reciben el nombre de isoxeras.

#### 4.3 La clasificación de C. Warren Thornthwaite.

El climatólogo y agrónomo norteamericano Thornthwaite juzgó que la eficacia de la lluvia para el desarrollo vegetal no depende de la cantidad de agua que se precipita de las nubes, sino que principalmente de la que queda en el suelo, pues la evaporación devuelve a la atmósfera una gran parte del agua recibida. Fundándose en esta idea, propuso en 1931 un -

método de clasificación basado en el índice de efectividad de la precipitación, índice que relaciona ésta con la evaporación o con la temperatura.

El trata de confrontar su clasificación con la repartición de la cubierta vegetal; calculó un índice de temperatura eficaz de 16, obtenido de la suma de doce índices  $T - E$  mensuales, calculado a partir de la fórmula.

$$i = \frac{T - 32}{4}$$

Diversos climatólogos, entre los que se cuenta el alemán H. Flohn han indicado que las clasificaciones puramente descriptivas como las de Köppen y Thornthwaite, resultan inadecuadas, en 1950 propuso un esquema que toma la circulación atmosférica general como uno de los puntos de partida para explicar la distribución de los climas en la Tierra. A este concepto se le ha prestado un gran apoyo y atención en los últimos años.

#### 4.4 Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen en la República Mexicana.

Por lo que respecta a la República Mexicana y en relación a su clasificación climática la geógrafa Enriqueta García elaboró en 1973 una clasificación nacional que modifica al sistema usado por Köppen y que a su juicio se adapta más a la realidad mexicana.

Las modificaciones y adaptaciones se hicieron necesarias dado que este sistema climático fué concedido fundamentalmente para definir las zonas climáticas del mundo que se extienden en latitud; por consiguiente los valores y cálculos en que se funda no corresponde a las condiciones de México, en que los cambios climáticos no sólo obedecen a la latitud sino que también a las grandes variaciones de altitud lo que crea condiciones muy especiales al respecto.

Fuó necesario añadir a las divisiones del sistema de Köppen nuevas descripciones climáticas, dada la diversidad del país, así como también calcular índices e introducir símbolos adecuados para representarlos.

Al ser un sistema de Köppen un sistema general de clasificación y al aplicarse a México en su concepción original, resultan grandes regiones del país dotadas de clima homogéneo, por lo que la autora consideró conveniente subdividir algunos de los tipos fundamentales con el objeto que existiera correspondencia con las variables particulares.

Para lograr estas subdivisiones utilizó cálculos estadísticos empleando una serie de valores formados por cocientes que relacionan los dos elementos más importantes del clima : temperatura y precipitación.

Las principales modificaciones al sistema de Köppen para poder utilizar éste en la República Mexicana son :

1. Modificaciones de las designaciones de los climas.

Las designaciones utilizadas por Köppen fueron establecidas con base a las formaciones de vegetales que constituyen zonas latitudinales que en México no existen o no coinciden con los tipos climáticos.

Las designaciones originales a los grandes grupos climáticos no fueron alterados tales como los grupos : A, B, C, D y E. Los cambios aludidos son los siguientes :

Köppen	Modificación
Af = Clima de selva	Clima caliente húmedo
Ef = Clima de tundra	Clima frío
w = Clima con invierno seco	Clima con lluvia en verano
s = Clima con verano seco	Clima con lluvia en invierno

2 . Modificaciones referentes a la oscilación anual de temperatura media mensual.

La República Mexicana es un país montañoso, por lo que se adoptó el valor de 7° C. como límite entre los climas que tienen poca oscilación, en el sur y los climas extremos del norte y se añadió a las letras de Köppen las minúsculas e y e' para diferenciar los no extremos de los muy extremos.

3 . Modificaciones referentes al régimen de lluvia

Después de clasificar los climas de todas las estaciones del país - empleando la fórmula apropiada para cada régimen de lluvia, se agruparon



por separado todas las estaciones meteorológicas con régimen de lluvia de verano w, o, m, luego se calculó el porciento de lluvia invernal en ca da una de ellas, anotándolos en tablas.

#### 4. Modificaciones referentes a la temperatura

Tras de varios ensayos para elegir un criterio apropiado al respecto se decidió emplear la temperatura media anual, considerando la isoterma de 22°C, como el límite de los climas cálidos.

El resumen de los cambios y modificaciones al sistema de clasifica ción de Köppen adoptado a la República Mexicana aparecen en las tablas siguientes.

RESUMEN DE LOS CAMBIOS Y MODIFICACIONES AL SISTEMA DE  
CLASIFICACION CLIMATICA DE KOPPEN PARA ADAPTARLO A  
LAS CONDICIONES PARTICULARES DE LA REPUBLICA  
MEXICANA

- I. Modificaciones que se aplican a todos los climas  
 1. Modificaciones referentes a la temperatura  
 a) Climas húmedos

Designaciones para describir las condiciones de temperatura	Símbolo	Temperatura Media		
		Anual	del mes más frío	del mes más caliente
(Muy cálido)	A	sobre 26°	sobre 18°	
(Cálido)	A	(entre 22° y 26°)	sobre 18°	
(Semicálido)	(A) C	(entre 18° y 22°)	sobre 18°	
(Semicálido)	A (C)	mayor de 18°	entre - 3° y 18°	(sobre 6.5°)
Templado con verano cálido	Ca	(entre 12° y 18°)	entre - 3° y 18°	sobre 22°
Templado con verano fresco largo	Cb	(entre 12° y 18°)	entre - 3° y 18°	(entre 6.5° y 22°)
(Semifrío con verano fresco largo)	C (b')	(entre 5° y 12°)	entre - 3° y 18°	(entre 6.5° y 22°)
(Semifrío con verano fresco corto)	Cc	(entre 5° y 12°)	entre - 3° y 18°	además menos de cuatro meses con temperatura mayor (entre 0° y 6.5°)
(Frío)	E(T) C	(entre - 2° y 5°)	sobre 0°	(entre 0° y 6.5°)
	E (T)	(entre - 2° y 5°)	bajo 0°	(entre 0° y 6.5°)
(Muy frío)	EF	(menor de - 2°)		menor de 0°

1. Los símbolos y letras entre paréntesis indican condiciones nuevas, así como los subíndices; las descripciones entre paréntesis son también nuevas. Los símbolos y letras, así como las descripciones sin paréntesis, se emplean como en el sistema original de Köppen.

2. Este subtipo puede llevar también el símbolo "a" si la temperatura del mes más caliente es mayor de 22°C.

## b ) Climas secos B

Designaciones para describir las condiciones de temperatura	Símbolo	Temperatura Media		
		Anual	del mes más frío	del mes más caliente
(Cálido)	(h')	(sobre 22°)	(Sobre 18°)	
Cálido )	(h') h	(sobre 22°)	(bajo 18°)	
(Semicálido)	h' (h)	(entre 18° y 22°)	(sobre 18°)	
(Semicálido)	h	(entre 18° y 22°)	(bajo 18°)	
(templado con verano cálido )	k	(entre 12° y 18°)	(entre - 3° y 18°)	sobre 18°
Templado con verano fresco )	k'	(entre 12° y 18°)	(entre - 3° y 18°)	bajo 18°
(Semifrío)	(k'')	(entre 5° y 12°)	(entre - 3° y 18°)	(bajo 18°)

## 2. Modificaciones referentes a la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales.

Designaciones para describir la oscilación	Símbolo	Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales
Isotermal	i	menor de 5°
(Con poca oscilación )	(i')	(entre 5° y 7°)
(Extremoso)	(e)	(entre 7° y 14° C )
(Muy extremoso)	(e')	(mayor de 14° C )

## 3. Modificaciones referentes al régimen de lluvias

Régimen de lluvias	Símbolo	Fórmulas para separar		% lluvia invernal
		BW/BS	BS /húmedos	
De verano: por lo menos diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el más seco (esto no necesariamente debe cumplirse con los climas m)	w(w); m(w)	$r = t + 14$	$r = 2t + 28$	(menor de 5)
	w;m	$r = t + 14$	$r = 2t + 28$	(entre 5 y 10.2)
	w(x'); m(f)	$(r = t + 10.5)(r = 2t + 21)$		(mayor de 10.2)
Intermedio entre verano e invierno	x'(w); f(m)	$r = t + 7$	$r = 2t + 14$	(menor de 10.2)
	x'; f	$r = t + 7$	$r = 2t + 14$	(mayor de 18)
	x'(s)	$r = t + 7$	$r = 2t + 14$	
De invierno: por lo menos tres veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad fría del año que en el más seco	s(x')	$r = t$	$r = 2t$	(menor de 36)
	s	$r = t$	$r = 2t$	(mayor de 36)

Las modificaciones efectuadas por la geógrafa García están representadas gráficamente en la carta general de la República Mexicana a escala 1:500 000 elaborada por la Comisión Intersecretarial en 1955, obteniendo la información estadística del Servicio Meteorológico Nacional, Secretaría de Recursos Hidráulicos y Comisión Federal de Electricidad, siendo analizados y procesados en la Sección de Climatología de la Universidad Nacional Autónoma de México, conformando un total de cuarenta y cinco cartas climáticas, las que fueron publicadas por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional.

## 5. IMPORTANCIA DE LOS ESTUDIOS CLIMATOLOGICOS.

En casi todas las actividades humanas e inclusive en la vida humana misma, el clima juega un papel significativo.

El tiempo y el clima afectan a las personas y a sus pertenencias de muy diversas formas e inclusive algunos autores han relacionado las decisiones de los grandes personajes de la historia con el estado atmosférico, situación que merece un estudio más científico para aceptarlo.

De las actividades económicas es la agricultura la que más se relaciona con las características climáticas del lugar, los cultivos deben hacerse conociendo las condiciones térmicas y de humedad que allí existen; el análisis de temperaturas máximas y mínimas es requisito indispensable, así como el monto y distribución de la precipitación.

Unidas a las labores agrícolas se hallan las pecuarias, las que también requieren del estudio climatológico, ciertos animales reaccionan en forma muy distinta a la temperatura y a la humedad. Un granjero debe utilizar los conocimientos del clima del área para proveer cobertizos para su ganado, según el mayor o menor grado de temperatura y humedad existente.

La localización de la industria requiere entre otros estudios el climatológico, a fin de obtener óptimos resultados posteriores. El conocimiento de la dirección de los vientos se requiere específicamente en aquellos centros industriales que expiden gases y humos contaminantes.

En los medios de transporte el clima juega un papel significativo, especialmente en el aéreo, muchas estaciones meteorológicas del mundo sirven directamente a la navegación aérea. Es necesario conocer la dirección prevaleciente de los vientos para dar la orientación a las pistas de aterrizaje, al igual que la longitud de éstas depende de las propiedades del aire en las proximidades del suelo; a medida que el aire se hace más cálido y húmedo, disminuye su densidad y mientras menor sea ésta, mayor debe ser la velocidad del avión para despegar y subir.

La navegación marítima requiere al igual que la aérea de los conocimientos meteorológicos y climáticos; las zonas de los grandes vientos determinan las principales rutas oceánicas.

La salud y la medicina encuentran muchas de sus explicaciones en el

clima del lugar. La Geografía médica dedica gran parte de sus estudios - al conocimiento de las características climáticas del área y a su relación con los seres humanos que en ella habitan.

Actualmente los proyectos se ponen en marcha mediante una concienzuda planeación, en la que se toma en cuenta las características climáticas de la zona, y toma mayor relevancia cuando se trata de trabajos realizados a cielo abierto como en el caso de las exploraciones petroleras.

El conocimiento de la climatología aplicada a los trabajos de campo en Sismología determinará los meses del año de menor o escasa precipitación, es decir, los conducentes a laborar en cada área. Esto da como resultado que se tengan los programas adecuados, con el objeto de poder estimar mayor productividad en menores tiempos y costos.

Los costos unitarios en Sismología pueden elevarse al 100 % o más, de un mismo trabajo, en la misma área si difiere la época del año, en función de la temporada de lluvia.

Por otra parte, más de un poblado ha expresado la necesidad de contar con mayor información sobre las fluctuaciones climáticas que inciden en forma definitiva en la prevención de desastres tanto como el adecuado aprovechamiento de los recursos.

La realidad es que la actividad humana se ve siempre directa o indirectamente afectada por los fenómenos climáticos.

## 6. RELACION DEL CLIMA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE GEOGRAFICO .

Todo hecho que conforma el paisaje geográfico no actúa aisladamente en él, sino que en forma interaccionada con los otros fenómenos que en él ocurren; esto es válido tanto para los elementos físicos como humanos, de modo que su acción es recíproca, por lo que acertadamente al paisaje geográfico se le denomina complejo físico-humano.

El clima ejerce su acción directa en fenómenos tales como la vegetación, el suelo, los procesos erosivos, las corrientes hídricas, etc.

### 6.1 Relación clima y vegetación.

Las condiciones climáticas entre otras causas imponen límites más o menos estrechos al desenvolvimiento de la vida vegetal, en general se puede afirmar que es posible conocer la vegetación de un lugar por las condiciones climáticas existentes y viceversa.

Es necesario conocer las estadísticas de los elementos climáticos que más influencia ejercen sobre los tipos de vegetación; la temperatura y la precipitación tienen una acción preponderante tanto en sus valores medios como en su distribución anual.

En términos generales se puede decir que el tipo de vegetación está condicionado por la humedad, ya sea bajo la forma de precipitación o por la humedad del aire, así como por el grado de calor que reciban las aso—



ciaciones vegetales de la tierra.

De acuerdo a las adaptaciones de los vegetales a los distintos elementos climáticos éstos se clasifican en :

a. Plantas con aparato vegetativo superficial perenne y que se localiza en los climas cálidos y húmedos, ya sea porque la absorción del agua se detiene a temperaturas inferiores a  $10^{\circ}\text{C}$  o bien porque su maduración sexual exige noches suficientemente largas.

b. Plantas que llegan a triunfar en una estación fría o seca, bien reduciendo su aparato vegetativo superficial o suprimiendo completamente estos órganos (geofitas). Son plantas de clima templado.

c. Vegetales que llegan a soportar una estación muy larga y rigurosa, sin modificación de su aparato superficial. Es el caso de las coníferas de la Taiga.

Se debe tener presente que estas adaptaciones varían al tratarse de grandes asociaciones vegetales, en donde se rivaliza entre sí para proveerse de luz, agua y sales minerales, prevaleciendo por lo tanto la lucha por la vida.

En relación a la variación de los elementos climáticos se ha hecho una clasificación de las asociaciones vegetales de la tierra en concordancia con el suelo, las que se han resumido en la siguiente tabla.

TIPOS DE ASOCIACIONES VEGETALES Y SU RELACION  
CON EL CLIMA Y EL SUELO

Tipo	Variación de la precipitación pluvial (mm por año)	Variación de la temperatura en grados C. (máxima y mínima diarias)	Suelos
Selva tropical lluviosa	1,250-12,500 Tipo ecuatorial : tormentas torrenciales frecuentes Tipo vientos alisios: con lluvias diarias casi constantemente Sin período seco	Poca variación anual Máx. 29-35 Min. 18-27 Sin período frío	Predominan las lateritas rojizas
Sabana tropical	250-1,875 Tormentas torrenciales en la estación calurosa Casi no llueve en estación fría	Variación anual considerable; sin un verdadero período frío Estación lluviosa (insolación alta)	Algunas lateri- tas; variación considerable

Gran período de	Máx. 24 - 32
sequía durante	Min. 18 - 29
la baja insolación	Estación seca (baja insolación) Máx. 21 - 32 Min. 13 - 18 Estación seca (alta insolación) Máx. 24 - 41 Min. 21 - 27

---

Vegetación	250-875	Invierno:	Tierra rosa;
lato-	La mayor parte de la	Máx. 13 - 24	suelos rojos no
escleró-	precipitación	Min. 15 - 13	calcáreos; varia-
fila	total en la		ción considerable
	estación fría	Verano :	
	Verano muy seco	Máx. 21 - 41	
		Min. 13 - 27	

---

	Variación de la	Variación de la	
Tipo	precipitación pluvial	temperatura en	
	(mm por año)	grados C.	
		(máxima y mínima	
		diarias)	Suelos

---

---

Pastizal templado	300-2,000		
	Regularmente distribuida a través del año o con una máxima en verano	Invierno : Máx. -18 - 18 Min. - 45 - 10 Verano: Máx. 21-49 Min. -1 - 16	Suelos negros de pradera Chernozems Suelos cafés y castaños, casi todas con una capa de limo
	Nevadas en invierno		

---

Desiertos cálidos	0 - 250	Gran variación diurna	Suelos rojizos de desiertos, a veces arenosos o rocosos
	Estación seca larga, hasta de varios años, en casi todos los desiertos muy áridos	Máx. 27 - 51 Min. 2 - 24	
		Heladas raras	

---

Desiertos fríos	50-200	Gran variación diurna	Algunos suelos salinos
	Gran irregularidad ; larga estación seca		
	La mayor parte de la	Invierno : Máx. 0 - 16	

precipitación cae en Min. -39-0  
 invierno; algunas Heladas comunes  
 nevadas la mitad a 3/4  
 del año  
 Verano:  
 Máx. 24 - 43  
 Min. 4 - 21

---

Bosque	775-2,250		Podzólicos gris-
deciduo		Invierno:	café
templado	Distribución uniforme a	Máx.-12 -21	
	través del año	Min.-28 - 7	
	Sequías raras	Verano:	
	Algunas nevadas	Máx. 24 - 38	Podzólicos rojos
		Min. 16 - 27	y amarillos

---

Tipo	Variación de la precipitación pluvial (mm por año)	Variación de la temperatura en grados C. (máxima y mínima diarias)	Suelos
Bosque	1,250-8.755		Podzólicos, con
lluvioso		Invierno:	abundante
templado	Distribución uniforme	Máx. 2 - 10	humus

---

a través del año; Min. - 3 - 7

humedad en invierno

Verano:

Máx. 13 - 21

Algunas nevadas

Min. 10 - 18

Bosque	375-2,500		Podzólicos,
montano		Invierno:	variados, a
de	Uniformemente	Máx. - 6 - 16	veces someros
coníferas	distribuidas o con	Min. - 48 - 2	y rocosos
	un período seco en		
	verano		
	Las nevadas pueden	Verano:	
	ser muy abundantes	Máx. 7 - 27	
	en invierno	Min. 6 - 16	

Bosque	375-1,000	Invierno:	Podzoles ver-
boreal de	Uniformemente	Máx. -37 - - 1	daderos
coníferas	distribuida	Min. -53- - 9	Suelos panta-
	Nevadas frecuentes		nosos
			Permafrost en
		Verano:	algunos luga-
		Máx. 10 - 21	res profundos
		Min. - 6 - 12	

Tundra s alpinas	750-2,000 Nevadas frecuentes en invierno; persis- tencia de bancos de nieve	Invierno:  Máx.-37 - - 1 Min.-51 - - 12  Verano: Máx. 4-21 Min. -9 - 2	Comunmente roco- sos algunos suelos de tur- ba y de pan- tano.  Suelos poligo- nales con piedras reti- culares Algunos perma- frost
---------------------	---	---	--

Tipo	Variación de la precipitación pluvial (mm . por año)	Variación de la temperatura en grados C. (máxima y mínima diarias)	Suelos
Tundra ártica	250 - 750 Nevadas considerables	Invierno: Máx. -40 - - 6 Min. -56 - - 17  Verano: Máx. 2 - 16 Min. 1 - 7	Rocosos o pantanosos  Diversos tipos de suelos permafrost

## 6.2 Relación clima y suelo.

La formación geológica y las características del suelo inciden ampliamente en la formación vegetal y climática. Las superficies de colores oscuros absorben los rayos del sol más rápidamente que los suelos de color claro; los terrenos secos tales como las arenas tienen un calor específico bajo y varían rápidamente de temperatura, mientras que los húmedos, por ejemplo los arcillosos, retienen la humedad y tienden a conservar el calor y el frío.

Los suelos en general se clasifican según la cantidad de agua que los atraviesa, es decir de su capacidad de filtración y de la temperatura media anual que existe en el área donde se localizan.

La cantidad de agua, que en último término depende de la precipitación existente en el área y que se filtra a través de una unidad de superficie durante el año, constituye el factor capital de la evolución edafológica; si esta cantidad es mínima la roca insitú difícilmente se descompone, si la humedad es más abundante los cloruros y los sulfatos son evacuados por avenamiento.

La temperatura interviene en dos formas distintas en el proceso edafológico, por una parte acelera todas las reacciones químicas y hace que la actividad de las bacterias, la que es nula bajo los cinco grados centígrados, se acreciente con la temperatura, originada por lo tanto la descomposición de la materia orgánica.



Según la mayor o menor cantidad de materia rica en humus, mayor será la cubierta vegetal que cubre el suelo, originando por lo tanto diversas asociaciones vegetales.

## B. MARCO METODOLOGICO

Después de haber abordado el estudio teórico del fenómeno climático y de haber presentado sus principales características tanto de sus elementos como factores, así como su relación con el suelo y la vegetación, se pasa a realizar un estudio metodológico con el fin de ilustrar más detalladamente los aspectos tratados.

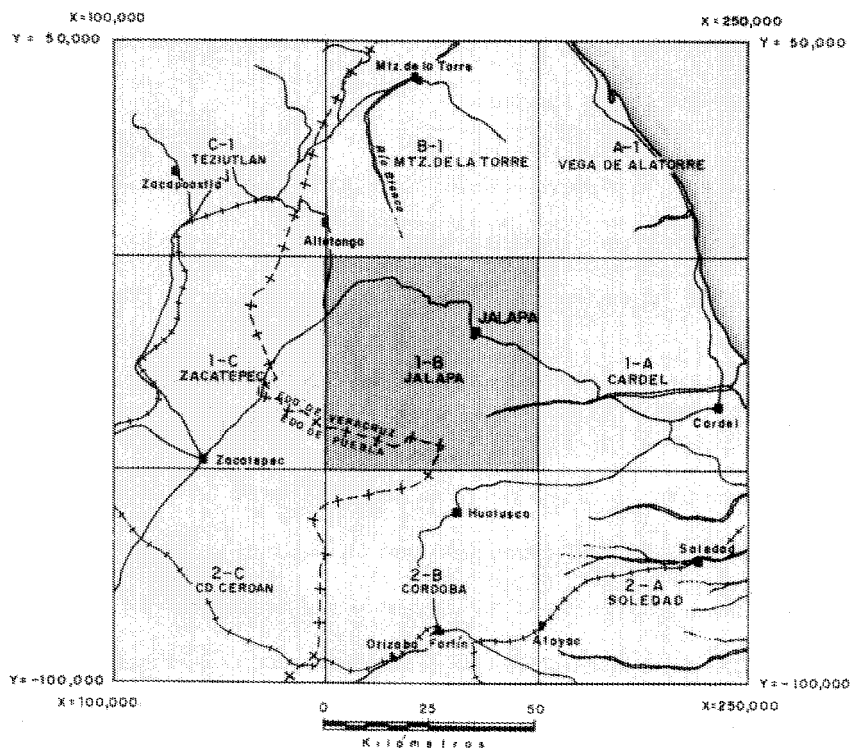
Para tal fin, se ha elegido un área geográfica, a manera de ejemplo para determinar su clima, suelo y vegetación.

Esta área corresponde a la Hoja Atlas Xalapa 1-B que se encuentra localizada en la parte central del Estado de Veracruz, siendo sus coordenadas geográficas de  $19^{\circ}14'$  a  $19^{\circ}41'$  de latitud y de  $96^{\circ}49'$  a  $97^{\circ}18'$  de longitud oeste; teniendo por lo tanto  $27'$  de latitud por  $29'$  de longitud.

De acuerdo al sistema de coordenadas locales establecidas por la Compañía El Aguila con origen en Cerro Viejo; la citada hoja se extiende de 0 a 50 000 metros en las ordenadas y de 150 000 a 200 000 metros en el eje de las abscisas, con un cubrimiento de 2 500 kilómetros cuadrados.

Dentro de esta hoja Atlas se encuentra la capital del estado, Jalapa,

# INDICE DE HOJAS ATLAS



Area estudiada, Hoja Atlas 1-B



Zona correspondiente a la Superintendencia General de Exploración, Poza Rica

FUENTE:

INFORME GEOLOGICO 192-0043

así como las poblaciones: Aldama, Cosautlán, Naolinco y Perote; todas pertenecientes al Estado de Veracruz.

En la parte suroeste de la citada hoja se encuentran los límites entre los Estados de Veracruz y Puebla.

De acuerdo al fraccionamiento en hojas atlas, la hoja en análisis colinda al norte con la hoja denominada Martínez de la Torre B-1, al sur con la de Córdoba 2-B, al este con la Cardel 1-A y al oeste con Zacatepec 1-C

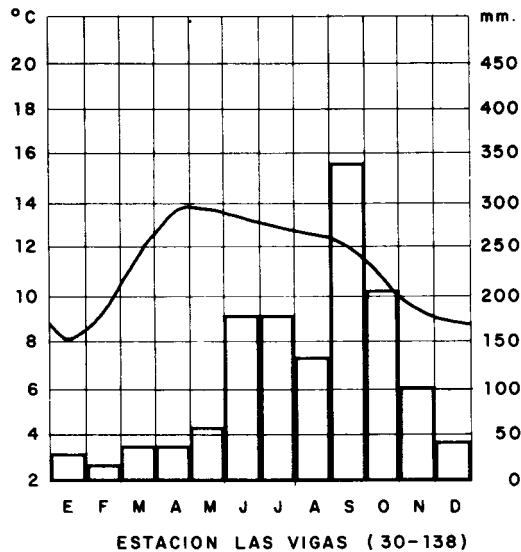
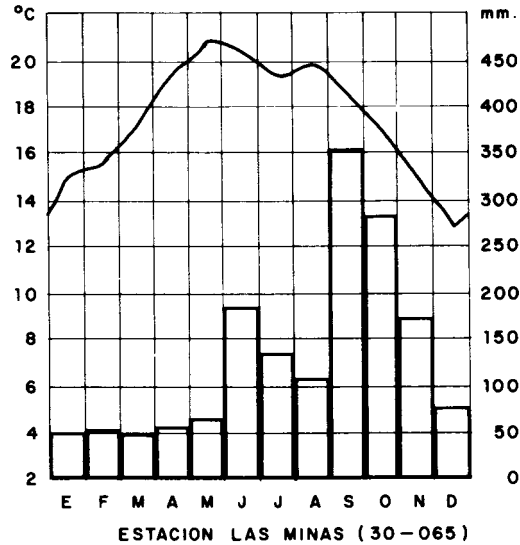
#### 1. METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DEL CLIMA EN LA HOJA ATLAS XALAPA 1-B

Para determinar el clima del área señalada se ha utilizado la carta de clima Veracruz 142 - VI elaborada por el Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México y publicada por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional, a la escala 1:500 000. En esta carta geográfica se ha identificado por medio de detalles el área en estudio.

Para la determinación del clima se ha analizado cada una de las estaciones meteorológicas comprendidas en el área, efectuando la interpretación de su correspondiente expresión climática, a través de la lectura del significado de los símbolos que aparecen en la parte posterior de la carta climática señalada.

A fin de efectuar un estudio climático en detalle se dividió el área en estudio según los tipos climáticos predominantes y según la localización -

## C L I M O G R A M A S



geográfica que presentan :

En la parte norte del área se observa la presencia de la isoterma media anual de  $16^{\circ}\text{C}$  y las isoyetas son del orden de los 2 000 , 1 500 y — 1 200 milímetros.

Se localizan aquí dos estaciones climatológicas: Las Minas (30 - 065) y Las Vegas (30 - 138) señalando ambas el tipo climático expresado como:  $C_{(m)}$  b (i' ) g es decir pertenece al tipo climático templado, según la clasificación de Köppen.

El desglose de la expresión climática señalada es el siguiente:

$C_{(m)}$  = Templado húmedo con lluvia en verano, precipitación del mes más seco menor de 40 milímetros y con un porcentaje de lluvia invernal mayor de 5.

b = Verano fresco y largo, temperatura media del mes más caliente entre  $6^{\circ}.5$  y  $22^{\circ}.0$  centígrados.

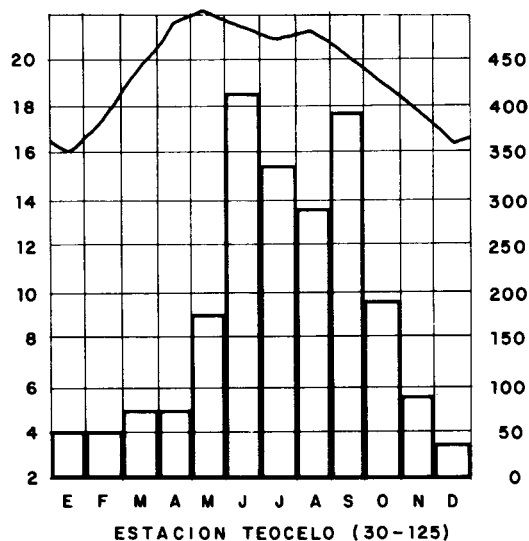
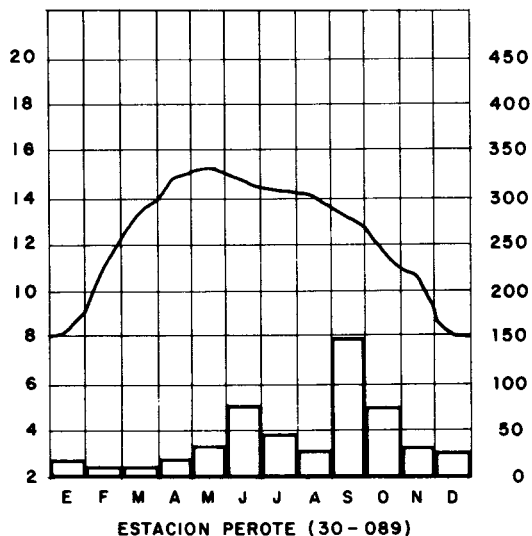
( i' ) = Poca oscilación térmica, entre  $5^{\circ}$  y  $7^{\circ}$  centígrados.

g = El mes más caliente es antes de junio.

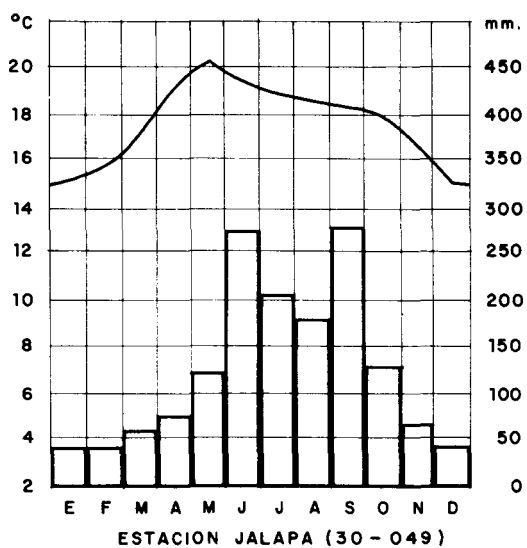
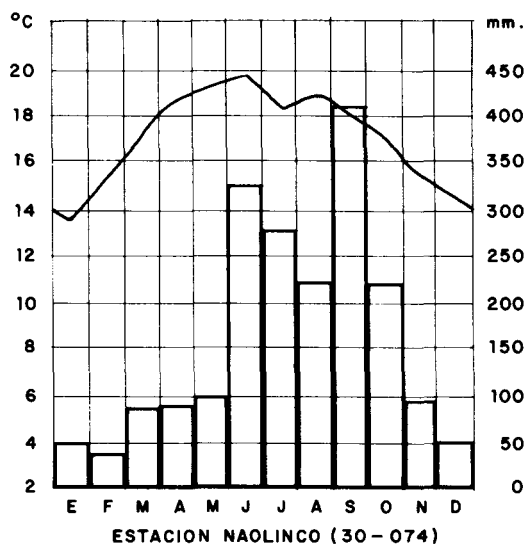
Del análisis del climograma de la estación Las Minas se desprende:

La temperatura menor se registra en el mes de diciembre con  $14^{\circ}\text{C}$ . y la máxima en mayo con  $21^{\circ}\text{C}$ .; en general la curva térmica mensual es ascendente desde enero a mayo, registrando un leve descenso en el mes de

## CLIM O G R A M A S



## CLIMOGRAMAS



agosto.

Los datos climatológicos anotados en la estación respectiva registran como temperatura media anual  $17^{\circ}.6$  C.

La precipitación de acuerdo al climograma se registra en todo el año, alcanzando su máximo en el mes de octubre con 360 milímetros y el mínimo en los primeros meses del año con 40 milímetros, situación que se conserva hasta el mes de marzo inclusive.

La precipitación media anual registrada por la estación es de 1528.8 milímetros.

El análisis del climograma correspondiente a Las Vigas señala:

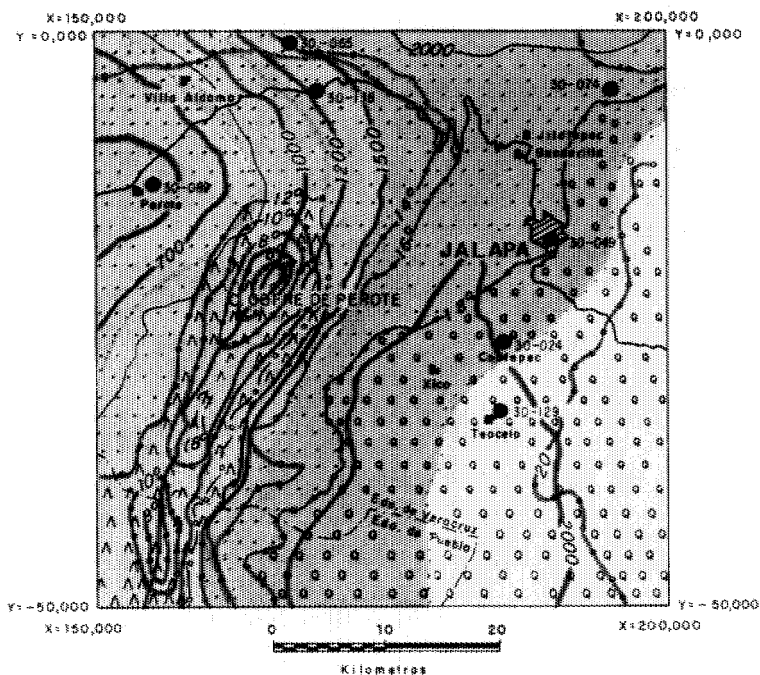
La temperatura mínima se registra en el mes de enero con  $8^{\circ}$ C. y la máxima en mayo con  $14^{\circ}$ C.; la temperatura media registrada por la estación es de  $11^{\circ}.5$  C.

La precipitación se registra en todo el año siendo menor en los meses de enero a abril y en diciembre en donde no excede de los 50 milímetros; la máxima es en septiembre con 340 milímetros; la precipitación media anual es de 1346.4 milímetros.

El sector noreste del área de estudio presenta modificaciones climáticas con relación al sector norte, situación que se explica por la cercanía de éste con el Cofre de Perote ya que como se dijo anteriormente el relieve es un factor que modifica el clima.



# CARTA DE CLIMAS HOJA ATLAS I-B



Por su grado de humedad / Por su temperatura	Húmedos	Súbhúmedos	Semihúmedos o Semidríos	Semihúmedos o Semidríos	Régimen de lluvia en verano
Semicalidos	0000	0000	0000	0000	
Templados		0000	0000	0000	
Semifrios			0000	0000	
Frios					ETH

ISOTERMAS   
ISOYETAS   
ESTACION 

Clasificación de climas según W. Köppen modificado por E. García. Las isotermas e isoyetas representadas son medidas anuales, utilizando estaciones con más de diez años de operación.

Fuente  
Carta de climas Veracruz 14 Q-VI  
Elaborada por el Instituto de Geografía UNAM; publicada por CETENAL.

En este sector se toma como punto de análisis a la estación climática Perote asignada con el número 30-089; por esta área pasa la isoterma de  $14^{\circ}\text{C}$ . y la isoyeta de 70 mm.

El tipo climático registrado es el:  $\text{BS}_1 \text{ Kw}'' (\text{i}')_g$

$\text{BS}_1$  = clima seco, el menos seco de los BS con un cociente  $P/T$  mayor a 22.9

$k$  = templado con verano cálido, temperatura media anual entre  $12^{\circ}$  - y  $18^{\circ}\text{C}$ ., la del mes más frío entre  $-3^{\circ}$  y  $-18^{\circ}\text{C}$ . y la del mes más caliente mayor a  $18^{\circ}\text{C}$ .

$w''$  = Régimen de lluvia de verano; por lo menos diez veces mayor - cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que - en el más seco, un porcentaje de lluvia invernal menor que 5 de la anual.

$(\text{i}')$  = Con poca oscilación térmica entre  $5^{\circ}$  y  $7^{\circ}\text{C}$ .

$g$  = El mes más caliente es antes de junio.

El climograma de la estación registra los siguientes aspectos :

La temperatura mínima se registra en los meses de enero a diciembre con  $8^{\circ}\text{C}$ . y la máxima en mayo con  $15^{\circ}\text{C}$ ., a partir de este mes la curva térmica es descendente, la temperatura media anual registrada en la estación es de  $12^{\circ}.7\text{C}$ .

La lluvia se registra todo el año, pero es mayor en verano, alcan -

zando en septiembre un valor de 160 milímetros. Los meses de menor precipitación van de enero a mayo; la precipitación media anual es de 525.2 milímetros.

La porción centro occidental del área en estudio es la región más alta, localizándose en ella el Cofre de Perote con 4282 metros sobre el nivel del mar, se observa por lo tanto un descenso de las isotermas, las que alcanzan un valor medio anual de  $5^{\circ}\text{C}$ . aumentando dicho valor radialmente a partir de la cúspide; las isoyetas registradas son del orden de 1500 y 1200 milímetros. En este sector no se localiza ninguna estación climática, pero la carta geográfica señala como tipo climático el :  $C_{(m)} b(i') g$  tipo similar registrado en la parte norte del área es decir, templado húmedo con lluvia en verano.

El sector centro oriental se localiza la estación Teocelo 30 - 125 presenta un tipo climático correspondiente a:  $AC_{(m)} a(i')$  cuyo desglose es el siguiente:

$AC$  = Clima semicálido, el más fresco del grupo A con temperatura media anual a  $22^{\circ}\text{C}$ . y la del mes más frío mayor a  $18^{\circ}\text{C}$ .

$(m)$  = Con lluvia en verano, precipitación del mes más seco menor a 40 milímetros, tanto por ciento de lluvia invernal mayor que 5.

$a$  = Verano cálido, temperatura media del mes más caliente mayor a  $22^{\circ}\text{C}$ .

(i') = Con poca oscilación térmica entre  $5^{\circ}$  y  $7^{\circ}$  C.

g = El mes más caliente es antes de junio.

El climograma de la estación señala que la temperatura mínima se registra en enero con  $16^{\circ}$  C. y la máxima en mayo con  $22^{\circ}$  C., desde este mes la curva térmica es descendente hasta el mes de agosto donde nuevamente registra un aumento con  $21^{\circ}$  C.

La precipitación se observa en todo el año, pero es más intensa de mayo a septiembre, alcanzando su máxima en el mes de junio con 410 milímetros; la precipitación media anual es de 2182.9 milímetros. Por este sector pasa la isoterma de  $20^{\circ}$  C. y la isoyeta de 2000 milímetros.

La parte sur del área en estudio, aunque no registra estación meteorológica, presenta el mismo tipo de clima anterior, salvo que la precipitación del mes más seco es mayor a 40 milímetros, correspondiéndole por lo tanto el tipo climático señalado como: AC (fm) a (i') g

La isoterma en esta porción sur del área es de  $18^{\circ}$  C y la isoyeta es de 2000 milímetros.

## 2. METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA VEGETACION EN LA HOJA ATLAS XALAPA 1 - B

En el marco teórico quedó establecido la existencia de la relación -

entre clima y vegetación, por lo que se ha estimado conveniente en este capítulo metodológico analizar la misma área geográfica ya estudiada - bajo el punto de vista climático a fin de comprobar la interrelación de - estos dos hechos geográficos.

El mapa utilizado para el análisis vegetacional del área es el "Mapa tipos de vegetación de la República Mexicana", escala 1:2000000 elaborado por la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Se observa que el área correspondiente presenta cinco asociaciones vegetales que se estructuran en forma paralela, y que de oeste a este son las siguientes:

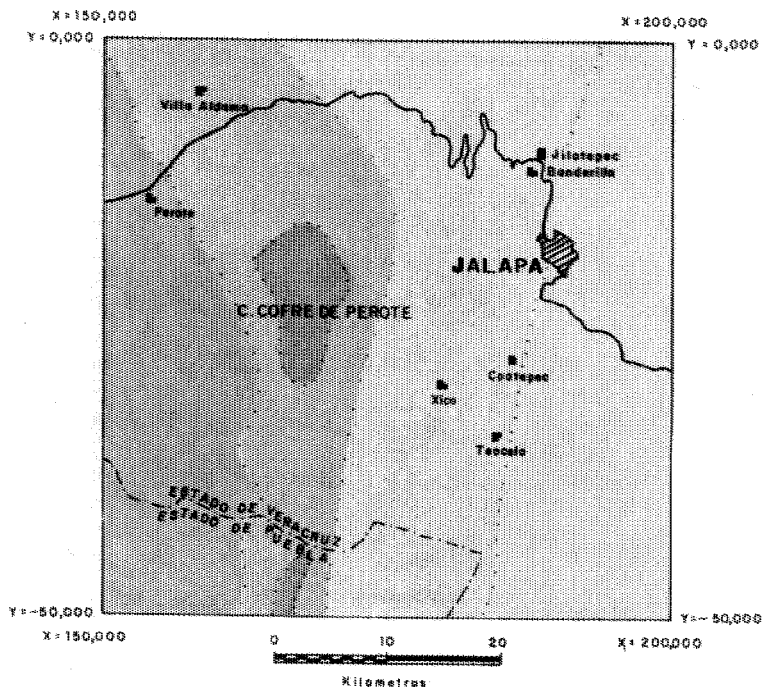
a. Matorral desértico rosetófilo, localizado en el sector más occidental del área, corresponde en su mayor parte con el tipo de vegetación llamado magueyales y guapillales, su nombre deriva del hecho que su fisonomía se debe a especies arbustivas y subarbustivas de hojas alargadas y angostas agrupadas a manera de roseta.






Se localizan en las laderas de los cerros calizos y margosos de diversas zona de la Altiplanicie descendiendo hasta las partes superiores de los abanicos aluviales.

Las especies dominantes son la lechuguilla, palma, samadoca, candilla, guayule, sotol y guapilla.

b. Inmediatamente paralelo al anterior tipo vegetacional y hacia el este, se presenta el bosque de pino constituido por comunidades arbóreas

# CARTA DE VEGETACION HOJA ATLAS 1-B



-  Matorral desértico rosetófilo
-  Bosque pino encino
-  Zacatonal y pastizal
-  Bosque caducifolia
-  Selva mediana subperenifolia

Fuente:  
Mapa Tipos de Vegetación  
de la República Mexicana  
S. R. H., 1971.

formadas por diversas especies de pinus y quercus en proporción variable, localizados en la parte perimetral e inmediata a la cúspide de los puntos más altos.

c. Dentro del tipo denominado bosque de pino encino en las partes - más altas tanto en el norte como sur, se observa la presencia del bosque de oyamel y zacatonal; el primero está formado por especies del género - abies tales como el oyamel, abeto y pinabete; el zacatonal lo forman gr<sup>a</sup>míneas amacolladas más altas y robustas que las del pastizal.

d. Al este del bosque de pino encino se localiza la comunidad denomi- nada bosque caducifolio, los árboles que lo forman tiene como caracterís- tica que el 75% o más pierden sus hojas durante la temporada invernal. - Las especies más características son árboles de 20 a 40 metros de altura como el liquidambar, haya y mirica mexicana.

e. Por último, en el este del área de estudio se presenta el tipo vege- tacional llamado selva mediana subperenifolia, estos árboles pierden sus hojas durante el período más acentuado de la época seca, se desarrollan - en suelos medianamente profundos y coexisten con la selva baja caducifo- lia.

Las especies más características son el guapinol, guanacaste, cedro rojo, totoposte y jabilla.

Al correlacionar los mapas de clima y vegetación se encuentra que -

tanto las isotermas e isoyetas como las asociaciones vegetales presentan una dirección aproximadamente norte sur.

De esta interpretación se establece la siguiente correspondencia entre tipos vegetacionales y elementos climáticos representado por las isoyetas e isotermas.

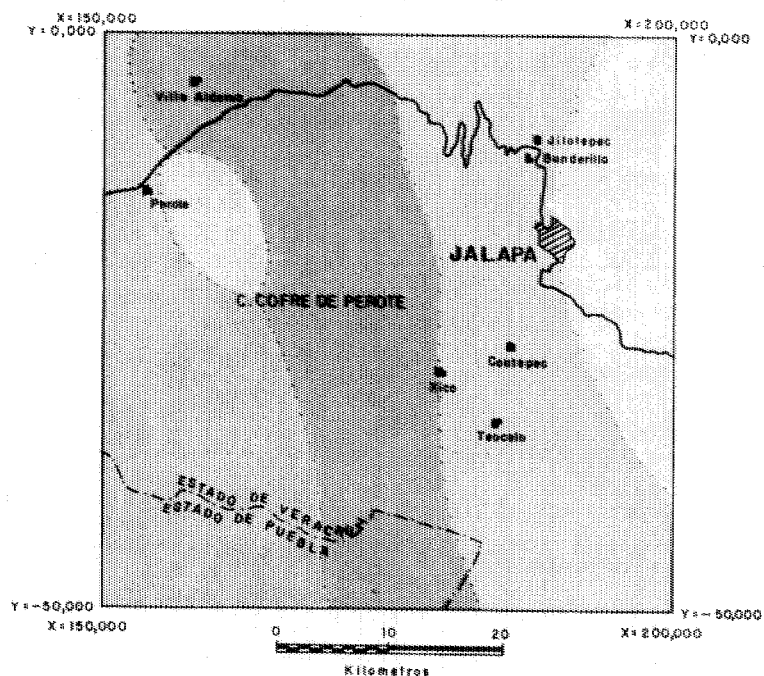
Letra	Tipo de vegetación	Isoyeta	Isoterma
a	Matorral desértico rosetófilo	700 mm.	14° C.
b	Bosque de pino	700 a 1500 mm.	14° C.
c	encino Oyamel y zacatonal	900 a 1100mm.	8° C.
d	Bosque caducifolio	1500 a 2000 mm.	14° a 18° C.
e	Selva mediana subperenifolia	2000 mm.	mayor a 18° C.






### 3. METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DEL SUELO EN LA HOJA ATLAS XALAPA 1 -B

Para la relación de la metodología concerniente al estudio edafológico del área seleccionada se ha tomado como base el "Mapa de unidades de suelos de la República Mexicana" según el sistema de clasificación F.A.O. - U.N.E.S.C.O. en su tercer intento a escala 1:2 000 000 elaborado por la Secretaría de Recursos Hidráulicos en 1972.



# CARTA DE UNIDADES DE SUELOS HOJA ATLAS 1-B



-  Andosol húmico
-  Regosol eútrico
-  Andosol ocríco
-  Luvisol vértico
-  Cambisol vértico

Clasificación FAO.  
U.N.E.S.C.O.

Fuente:  
Mapa Unidades de Suelo  
de la República Mexicana  
S.R.H., 1972.

El análisis del área en estudio señala la presencia de los siguientes tipos de suelo de Oeste a Este.

a. En la porción más occidental del área se localizan los suelos del tipo andosol húmico; los andosoles son suelos desarrollados a partir de materiales vítreos, que tienen una baja densidad aparente por lo menos - en algún horizonte dentro de los 50 centímetros de profundidad y con un complejo de intercambio en el que predomina material amorfo; posiblemente tienen un horizonte A y B cámbico.

Son suelos de montaña con bosques y pastizales que se caracterizan por su elevada humedad y porosidad, en general son suelos con una buena fertilidad natural, basada en su alta reserva de nutrientes minerales, a excepción del fósforo, elemento que retienen y que es necesario suministrar en forma constante y adecuada, son de fácil manejo en cualquier condición de humedad, pero su elevada susceptibilidad a la erosión cuando lleguen a secarse obliga a tomar medidas de control tales como el establecimiento de rotación de cultivo que incluya pastos o la aplicación de riego.

b. En el norte y sur de los suelos anteriores presentados se localizan dos unidades correspondientes a los suelos regosol eutrico; estos suelos están formados por materiales no consolidados, exceptuando a los depósitos aluviales recientes y a las arenas ferralicas; carece de horizontes de diagnóstico excepto un horizonte A pálido; una práctica común para mantener la humedad de este suelo, en las últimas semanas del período de cultivo es cubrir el suelo con residuos vegetales.

c. Inmediato a los suelos regosol eutríco, se encuentran las unidades denominadas andosol ocríco, similares a las ya descritas en los andosoles húmicos.

d. A continuación de los suelos andosol ocríco se localizan los luvisoles vértico; son suelos con un horizonte A pálido y un horizonte B argilúvico.

La moderada eluviación de las arcillas en un medio poco ácido con buena circulación de aire y agua que permite el libre movimiento de las raíces, hacen que estos suelos sean moderadamente buenos para la agricultura, sin embargo debe cuidarse la degradación de la estructura que crea, por anaerobiosis temporal.

La aplicación de mejoradores de calizos para contrarrestar la tendencia a la acidificación y la fertilización son prácticas indispensables para aumentar la productividad.

e. Por último, en la porción más oriental del área se localizan los suelos del tipo cambisol vértico que tienen un horizonte B cámbico con textura pesada y con grietas que se desarrollan a una profundidad inferior a 50 centímetros, comúnmente son suelos pedregosos con una marcada vocación forestal.

## C. CONCLUSIONES

El análisis efectuado a través de este estudio de las características -

adoptadas por el clima en la superficie de la Tierra y su relación con -  
otros elementos del paisaje geográfico permite concluir lo siguiente.

En función de las estaciones meteorológicas con operación superior a diez años y en base a las clasificaciones presentadas se establece que el sistema a adoptarse para la clasificación de áreas en la República Mexicana sea el de Köppen modificado establecido en 1972. Este sistema tiene grandes ventajas ya que puede aplicarse tanto para trabajos de mediana precisión así como de detalle al considerarse el análisis de las estaciones meteorológicas inscritas en los mapas respectivos, localizándolas a través de sus coordenadas geográficas en las áreas de estudio.

La adopción de esta metodología y su difusión además de permitir la superación técnica proporcionará una integración en todos los estudios - realizados por las diversas secretarías y organismos que efectúan labores relacionadas con las Ciencias de la Tierra.

Después de haber analizado en detalle el área geográfica contenida - en la Hoja Atlas Xalapa 1-B se establece en forma sintética, desde el - punto de vista climático que se presentan tres tipos de climas, teniendo - todos en común la característica de ser con poca oscilación térmica (i') y de tener el mes más caliente antes de junio, g.

Los tres climas son :

1. Templado húmedo con lluvia en verano. C  
(m)b

2. Seco estepario, el menos seco del grupo de climas secos. BS<sub>1</sub>k.
3. Semicálido con lluvia en verano (A) C<sub>(m)</sub>

Estos climas se presentan con una orientación norte sur con isoter - mas comprendidas entre 8° y 20° centígrados, las isoyetas van de 700 a - 2000 milímetros; la isoyeta de 1500 mm. corresponde con la isoterma de 15° C.

En relación a las características vegetacionales y edafológicas del - área en estudio se observa que existen cinco unidades de suelo y vegeta - ción, las que están relacionadas con el clima presentando también una -- orientación norte sur. Esta interrelación se muestra en el cuadro resu - men siguiente.

Localización	C L I M A	Vegetación	Suelo
Occidental	Seco estepario	Matorral desértico	Andosol húmido
Centro Occidental	Frío de altura	Zacatonal y pastizal	Regosol éutrico
Centro	Templado húmedo con lluvia en verano	Bosque pino encino	Andosol o crico

Centro	Templado húmedo con	Bosque	Luvial
Oriental	lluvia todo el año	Caducifolio	Vértico
Oriental	Semicaldo con	Selva	Cambisol
	lluvia en verano	mediana sub	vértico
		perenifolia	

#### D. RECOMENDACIONES

Para poder establecer la metodología aquí planteada y llevada a cabo mediante los objetivos que se citaron, es necesario exponer las siguientes recomendaciones.

1. Que los profesionales de las Ciencias de la Tierra al efectuar su informe escrito y en el capítulo correspondiente a Clima utilicen la clasificación modificada de Köppen 1972, para tal requisito es imprescindible el análisis e interpretación de la carta de climas, así como estudio de los climogramas respectivos que presentan la variabilidad mensual de la temperatura y precipitación en el área de estudio.

2. Es necesario actualizar los datos climatológicos existentes a través de nuevas informaciones recolectadas en las respectivas oficinas meteorológicas que se dedican a la recopilación de esta información.

3. A fin de agilizar la información existente y el conocimiento del clima en las áreas de exploración para obtenerlas con rapidez y exactitud se recomienda el uso de la automatización.

4. En todo estudio de exploración es necesario diseñar en su fase de planeación el análisis climático del área como una de las etapas del reconocimiento, a fin de llevar a cabo con éxito dichos estudios.

5. Se deben realizar seminarios, pláticas y cursos relacionados con el tema a fin de ilustrar mejor estos aspectos y unificar criterios al res-

pecto.

### E. TERMINOLOGIA

Chernozem	Suelo fértil oscuro o negro, de las praderas - o pastizales con una capa limo a una profundidad de 50 a 150 centímetros aproximadamente.
Climograma	Gráfico en el que se representa la evolución de la temperatura y de las precipitaciones a lo largo de un año.
Deciduo	Vegetación caducifolia.
Horizonte A Pálido	Es aquel cuyo color es demasiado claro, con poco contenido de materia orgánica y su espesor es demasiado delgado.
Horizonte argilúvico	Es un horizonte con una capa iluvial de arcillas reticuladas
Horizonte cambico	Es un horizonte alterado que alcanza por lo menos 25 centímetros de profundidad, carece de colores oscuros; tiene texturas de arena migajosa muy fina.
Indice de aridez	Relación de la precipitación y la temperatura media de un lugar.



Indice de efectividad de la precipitación	Relación de la precipitación con la evaporación o con la temperatura.
Isoterma	Línea generalmente curva que une puntos de igual temperatura media anual.
Isoyeta	Cada una de las curvas que en los mapas climá <u>ticos</u> unen puntos de igual pluviosidad media - anual.
Isoxera	Líneas que unen puntos de igual índice termo-pluviométrico.
Laterita	Suelo tropical infértil de color rojizo en el - cual se ha perdido el sílice por lixiviación.
Latiesclerófila	Vegetación formada por plantas leñosas achaparradas con hojas siempre verdes, anchas y endurecidas.
Material vítero	Indica un contenido mayor de 60 % de ceniza - volcánica.
Permafrost	Suelo permanente congelado.
Podzol	Suelo ácido en cuya superficie las bases alcali <u>nas</u> y las arcillas se han lixiviado

**Troposféra** Capa de atmósfera terrestre que se halla en contacto con el suelo y se eleva hasta tropopausa.

## F. BIBLIOGRAFIA

- Battan J. Louis** El tiempo atmosférico. Ediciones Omega, S.A. Barcelona España 1976
- Bennett Hughh** Elementos de conservación del suelo. Fondo de Cultura Económica. México 1974
- Birot Pierre** Tratado de Geografía Física General. Editorial Vicens-Vives. Barcelona España 1972
- Billings W.D.** Las plantas y el ecosistema. Editorial Herre-ro Hermanos y Sucesores, S.A. México 1970
- Caire L. Jorge** Impacto producido en el medio natural por la - instalación de una industria refinadora de petróleo. Tesis profesional. Maestría en Geografía U.N.A.M. México 1974
- Deraison Max** Cours de Geographie Physique et Topologie. Editions Eyrolles. París Francia 1969
- Finch y Trewartha** Geografía Física. Fondo de Cultura Económica México 1954

Garcia A. Enriqueta      *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.* Instituto de Geografía. U.N. A.M. México 1973

Instituto Nacional de Antropología e Historia      *El escenario geográfico.* Secretaría de Educación Pública. México 1974

Köppen W.      *Climatología.* Fondo de Cultura Económica. México 1948

Miller A. Austin      *Climatología.* Ediciones Omega, S.A. Barcelona España 1966

Sosaya Manuel      *Informe geológico IG2-0041 de la Hoja Atlas Xalapa 1-B.* Petróleos Mexicanos, Gerencia de Exploración. Poza Rica, Ver. 1967 - (inédito)

Sutton O. G.      *La ciencia de la Meteorología.* Ediciones de la Revista de Occidente. Madrid España 1961

#### CARTAS GEOGRAFICAS :

CETENAL      *Carta climática 14-Q-VI, Veracruz.* Escala 1:500 000

S. R. H.      *Mapa, tipos de vegetación de la República Mexicana.* Escala 1:2000 000.

S. R. H.      *Mapa, unidades de suelo FAO-UNESCO de la República Mexicana.* Escala 1:2000 000

# SOCIOS PATROCINADORES

PETROLEOS MEXICANOS

COMPañIA MEXICANA DE EXPLORACIONES, S. A.

C A A S A

D U P O N T

SERCEL INC.

WESTERN GEOPHYSICAL

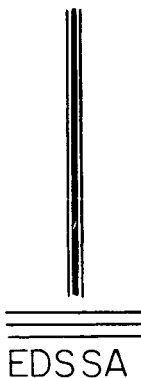
GEOPHYSICAL SERVICE DE MEXICO, S.A. DE C.V.

PETTY GEOPHYSICAL ENGINEERING DE MEXICO

# EXPLORACIONES DEL SUBSUELO, S.A.

---

---



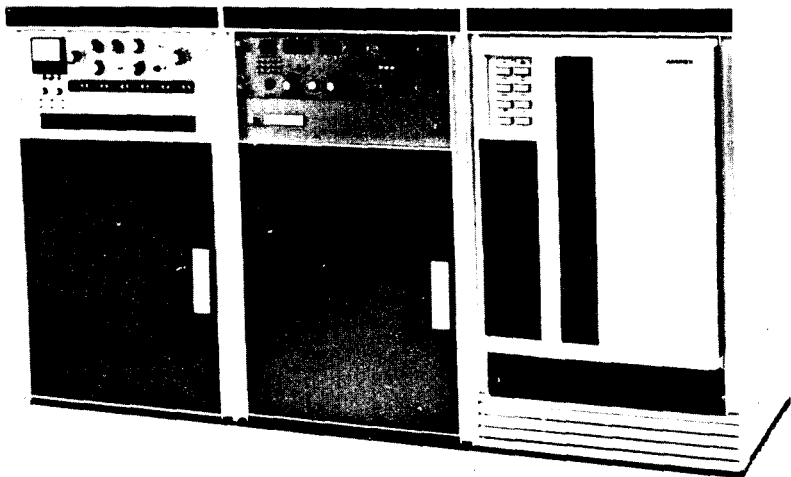
- OCEANOGRAFIA
- GEOFISICA
- GEOLOGIA
- PERFORACIONES
- REPRESENTANTE EN MEXICO DE  
DECCA SURVEY (LATIN AMERICA) INC.

PASEO DE LA REFORMA 393-401  
MEXICO 5, D. F. TEL. 511-27-66

El equipo digital de campo SUM-IT VII es un sistema completo para emplearse en el registro sísmico de datos con cualquier técnica de campo: Vibroseis, Dinoseis, Dinamita y - otros generadores de energía.

El formato empleado es SEG-A de 9 pistas -- en cinta de  $\frac{1}{2}$ ".

# SUM-IT VII



Para mayor información dirigirse a : Electro -  
Technical Labs Div., Mandrel Industries, Inc.  
P. O. Box 36306, Houston, Texas 77036

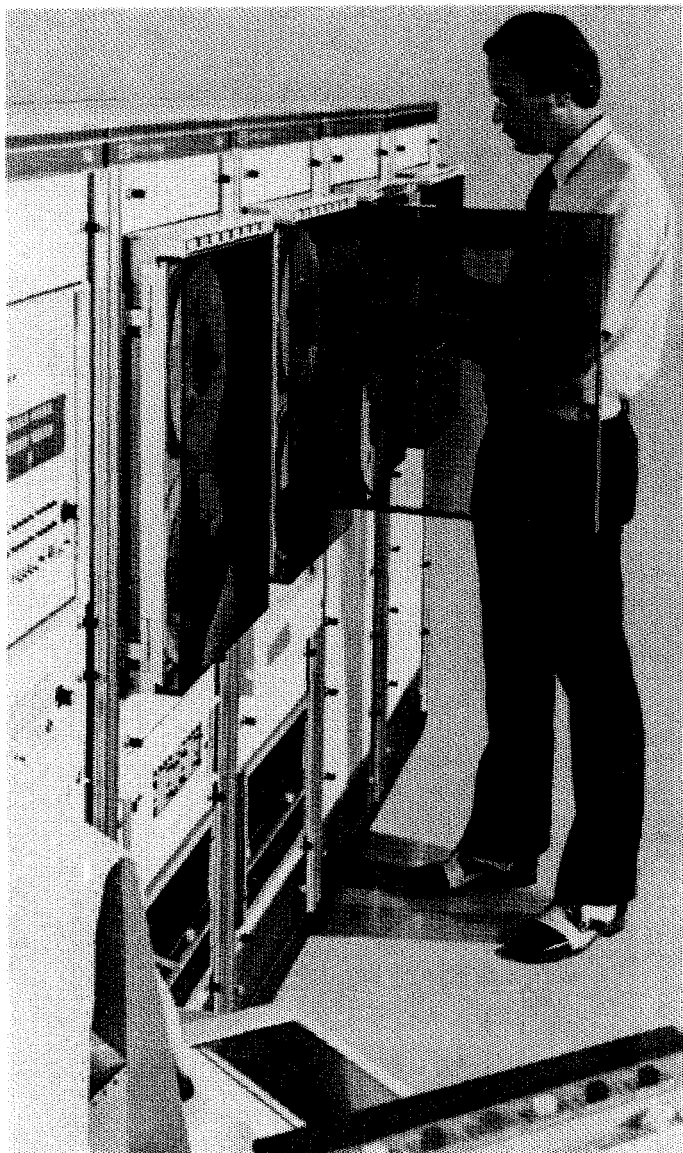


**ELECTRO-TECHNICAL LABS**

## Com\*Mand, LO MAXIMO !

TANTO EN ASISTENCIA PARA CENTROS DE PROCESADO.

COMO LA GRAN AYUDA INMEDIATA EN EL CAMPO.



EL SISTEMA **Com\*Mand** ES DE FACIL INSTALACION EN EL CAMPO O COMO UNA EXTENSION DE UN CENTRO DE PROCESADO ESTABLECIDO. DEBIDO A SU POCA SENSIBILIDAD A LAS CONDICIONES CLIMATOLOGICAS, EL SISTEMA **Com\*Mand** PUEDE SER INSTALADO EN TRAILERS, CAMPOS PORTATILES O EN UNIDADES MOBILES AUTONOMAS.

EL SISTEMA **Com\*Mand** PROPORCIONA UNA CAPACIDAD TOTAL DE PROCESADO A COSTOS LO SUFICIENTEMENTE BAJOS COMO PARA SER ASIGNADO A UNA SOLA BRIGADA.

LA RAPIDEZ DEL PROCESADO PERMITE QUE LA CALIDAD DE LOS REGISTROS Y LAS TECNICAS DE REGISTRO DE CAMPO PUEDAN SER EVALUADAS INMEDIATAMENTE Y, DE SER NECESARIO, QUE SEAN MODIFICADAS SIN COSTOSAS DEMORAS.

EN EL CAMPO O COMO EXTENSION DE UN CENTRO DE PROCESADO, EL SISTEMA **Com\*Mand** ES UN INSTRUMENTO DE GEOFISICA CON UNA PROPORCION DE COSTOS A RESULTADOS SIMPLEMENTE INIGUALABLE.

*Para mayor informacion comuniquese a:*

### **Petty-Ray**

Petty-Ray Geophysical, Inc.

P.O. BOX 36306

HOUSTON, TEXAS TEL. 713-774-7561

### **Petty-Ray**

Petty-Ray Geophysical, Inc.

De México, S.A. de C.V.

AV. JUAREZ 97, DESP. 405

MEXICO 1, D.F. TEL. 521-04-34



# WESTERN en Mexico

La exploración geofísica, encuentra la riqueza del subsuelo para el desarrollo del país, sin destruir la belleza del paisaje.



**WESTERN GEOPHYSICAL**  
Post Office Box 2469  
Litton Houston, Texas 77001, E.E.U.U.



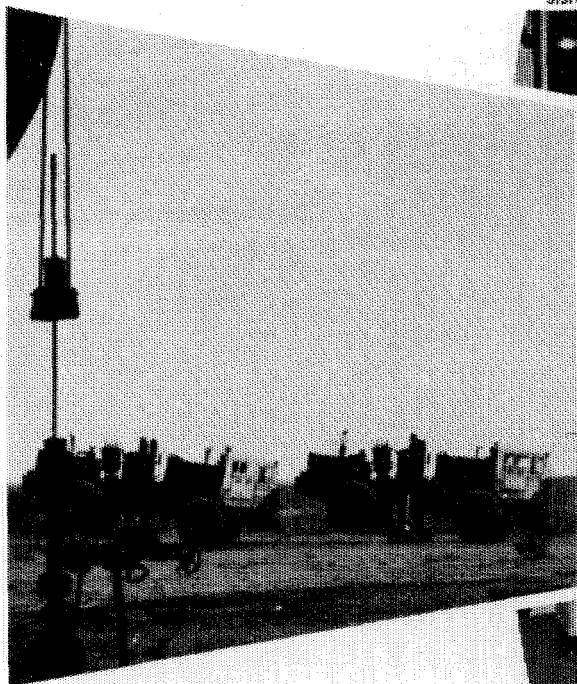


# EN EL TRABAJO

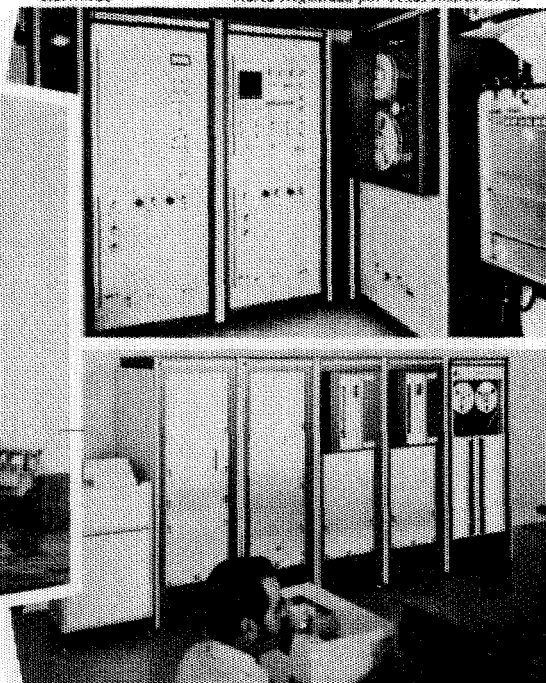
*... para ayudar a resolver sus  
problemas en exploración sísmica*

Sistema de registrado digital (DFS-IV\*) montado  
en camión usado por GSI para reunir la información  
sísmica.

*\*Marca Registrada por Texas Instruments.*



Los vibradores GSI combinan potencia  
y frecuencia para proveer información  
sísmica de alta relación señal-ruido.



Los programas de procesamiento de GSI  
combinados con Texas Instruments  
Multiple Applications Processor (TIMAP\*)  
producen información sísmica muy  
efectiva en costo, rapidez y alta fidelidad.

Para mayores informes comuníquese a GSI de  
Mexico, S. A. de C. V., Av. Juárez 119, Despacho  
42, Mexico 1, D. F. Telefono 566-92-44.

**GSI de MEXICO, S.A. de C.V.**

SUBSIDIARIA DE

**TEXAS INSTRUMENTS**  
INCORPORATED





MARCA REGISTRADA

**Du Pont, S. A. de C. V.**

Morelos N° 98-5º Piso

México 6, D.F. Tel. 546-90-20

**DEPARTAMENTO DE EXPLOSIVOS**

**Fábrica Ubicada en:  
DINAMITA DURANGO**

**DINAMITAS  
GEOMEX\* 60% (Gelatina Sismográfica)  
SUPER MEXAMON\*  
TOVEX\* EXTRA  
DETOMEX\*  
FULMINANTES  
ESTOPINES ELECTRICOS  
ESTOPINES SISMOGRAFICOS "SSS"**

**ACCESORIOS DEL RAMO**

OFICINAS EN: TORREON, COAH.  
Edificio Banco de México Desp. 305 Tel. 2 09 55

REPRESENTANTE EN: GUADALAJARA, JAL  
Juan Manuel No. 1184 Tels: 25 56 82 y 25 56 08

♦ MARCA REGISTRADA DE DU PONT

# Operación con unidades Vibroseis\*

## Aplicada a la tecnología de campo

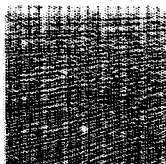


- Diseño de vehículo adaptado al terreno.
- Correlación digital de campo.
- Diseño específico de campo.

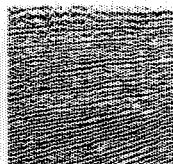
## Adecuada para el proceso de datos

### TVAC

Normal correlation and deconvolution



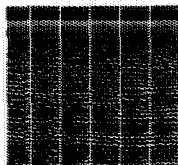
Adaptive correlation



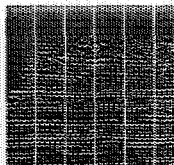
- Técnica de pulsos compresionales para el contenido de información traza por traza.
- Deconvolución apropiada a la mezcla de fases, característica del Vibroseis.
- Apilamiento vertical con la consiguiente supresión de ruido de gran amplitud.

### ANSAC

computed statics



ANSAC statics



La técnica de Vibroseis requiere de una continua evaluación de los parámetros de campo y su relación con una cuidadosa planeación del proceso de datos. Y esta es la función del Seiscom/Delta en

Esta técnica está diseñada para determinar y aplicar correcciones estáticas inherentes al sistema CDP basada en las siguientes consideraciones.

- Correcciones por fuente de energía.
- Correcciones por detección
- Echado
- Dinámicas residuales

las operaciones Vibroseis. Eficiencia en el trabajo de campo, calidad en el centro de proceso. Mayor información con el representante Seiscom/Delta.



Seismic Computing Corp.

Delta Exploration Company, Inc.

P. O. Box 36789

Houston, Texas 77036 713/785-4060

\*Registered trademark and service mark of Continental Oil Company