

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



283
160

**Elaboración de un sistema de información y
sus aplicaciones en la solución de problemas
de desarrollo urbano.**

T E S I S
Que para obtener el Título de
I N G E N I E R O C I V I L
P r e s e n t a

ISRAEL RAMIREZ SABAG



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**ELABORACION DE UN
SISTEMA DE INFORMACION
Y SUS APLICACIONES EN
LA SOLUCION DE PROBLEMAS
DE DESARROLLO URBANO**

ISRAEL RAMIREZ SABAG

CONTENIDO

CAPITULO I.	INTRODUCCION Y OBJETIVOS	
1.1.	Introducción	1
1.2.	Objetivos	2
CAPITULO II.	LOS SISTEMAS DE INFORMACION Y LA INGENIERIA CIVIL	
2.1.	Concepto de Sistema	4
2.2.	Datos e Información	4
2.3.	Sistemas de Información	5
2.4.	Subsistemas	6
2.5.	Ingeniería de Sistemas	6
2.6.	Tipos y funciones de los Sistemas de Información	7
2.7.	Los Sistemas de Información y la Ingeniería Civil	9
2.8.	Algunos sistemas en la Ingeniería Civil	11
CAPITULO III.	DESCRIPCION DEL PROBLEMA	
3.1.	Antecedentes y descripción	14
3.2.	Localización de coordenadas geográficas.....	16
3.3.	Transformación a coordenadas U.T.M.....	20
CAPITULO IV.	EJEMPLO DE APLICACION CON SOLUCION TRADICIONAL	
4.1.	Descripción del ejemplo	32

4.2.	Obtención de coordenadas geográficas por el método tradicional	32
4.3.	Transformación a coordenadas U.T.M. por el método tradicional	35
CAPITULO V.	EJEMPLO DE APLICACION MEDIANTE UN SISTEMA CON USO DE EQUIPO DE COMPUTO ELECTRONICO	
5.1.	Objetivo	40
5.2.	Desarrollo	41
5.3.	Equipo de cómputo, lenguaje y archivo utilizado	41
5.4.	Diagrama de flujo y programa fuente...	43
5.5.	Análisis comparativo	58
CAPITULO VI.	APLICACION DE RESULTADOS A PROBLEMAS DE DESARROLLO URBANO	
6.1.	Generalidades	60
6.2.	Aplicaciones en Sistemas de Transporte	61
6.3.	Aplicaciones en Geología y Geotecnia	61
6.4.	Aplicaciones en Ingeniería Sanitaria e Hidráulica	62
CAPITULO VII.	CONCLUSIONES	63

BIBLIOGRAFIA

CAPITULO I

INTRODUCCION Y OBJETIVOS

CAPÍTULO I

INTRODUCCION Y OBJETIVOS

1.1.- INTRODUCCION

La Ingeniería de Sistemas, ciencia relativamente reciente pero con un gran desarrollo en los últimos años en México y el mundo tiene entre sus principales características aquellas que conducen matemáticamente a la solución óptima de problemas; es decir, auxilian a los técnicos de diferentes disciplinas a seleccionar entre muchas posibles soluciones aquella que satisfaga en mayor manera los objetivos de los problemas por resolver.

En la Ingeniería Civil existen muchas situaciones de este tipo, siendo una de ellas la referente al desarrollo urbano, problema que se ha ido incrementando en los últimos años, por lo que ha ocupado especial atención y preocupación por parte de las autoridades gubernamentales actuales. Dicho problema, dadas sus dimensiones, no es posible tratar de resolverlo ya por métodos tradicionales que resolvían parte de los problemas como si fueran pequeños problemas aislados independientes, sino que por el contrario y -- con la ayuda de la Ingeniería de Sistemas puede estudiarse su solución como un sistema integral, el que por sus dimensiones requiere de dividirlo en varios subsistemas, cada uno con su problemática y sus objetivos, pero que contribuyen a la solución del problema principal.

Primeramente se mencionarán algunos conceptos sobre Sistemas de Información, Ingeniería de Sistemas y su relación con la Ingeniería Civil para ubicar al lector en un marco de referencia sistémico. Posteriormente se describe el origen y la problemática de la situación que se desea resolver para posteriormente explicar cómo se ha desarrollado la solución tradicional en forma manual hasta el día de hoy.

En el siguiente capítulo se propone una solución que

auxiliada con equipo de cómputo electrónico y desde el punto de vista de Sistemas trata de corregir algunas deficiencias de la solución obtenida tradicionalmente, comparando ambas soluciones entre sí.

Posteriormente se mencionan algunas aplicaciones de los resultados obtenidos en la solución de problemas de desarrollo urbano que comprenden algunos aspectos de la Ingeniería Civil tales como: Sistemas de Transporte, Ingeniería Hidráulica y Sanitaria, Geología y Geotecnia, etc.

En un último capítulo se mencionan algunas conclusiones a las que se ha llegado después de haber desarrollado el presente trabajo.

1.2.- OBJETIVOS

El presente trabajo pretende alcanzar dos objetivos -- principales: Por un lado, contribuir con aportaciones matemáticas tradicionales y con equipo de cómputo electrónico en la elaboración de documentos cartográficos, solamente -- en lo que se refiere a localizar las coordenadas geográficas y coordenadas U.T.M. (Universal Trasversa de Mercator) de los vértices que habrán de delimitar los planos cartográficos que se desean elaborar y cuyas aplicaciones en la Ingeniería Civil se presentan en este trabajo por otra -- parte, viniendo a ser dichas aplicaciones el otro objetivo principal.

No se presentará aquí la técnica para la elaboración de dichos planos topográficos, sino solamente la participación de la Ingeniería Civil en la obtención de las coordenadas de los vértices de los planos, las que una vez conocidas permiten mediante el uso de sofisticados aparatos la elaboración de los mismos.

Cabe mencionar que la elaboración de dichos documentos-

está a cargo de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, sin que haya duplicidad de esfuerzos ni de funciones - con la Secretaría de Programación y Presupuesto, ya que ambas instituciones manejan diferentes escalas. Más bien los dos trabajos se complementan.

CAPITULO II

**LOS SISTEMAS DE INFORMACION
Y LA INGENIERIA CIVIL**

CAPITULO II
SISTEMAS DE INFORMACION EN INGENIERIA CIVIL

2.1.-SISTEMA.- Conjunto de elementos y procedimientos íntimamente relacionados entre sí que tienen como propósito el logro de determinados objetivos. Un sistema es un todo, es la solución de un problema o situación visto como conjunto. Por ejemplo: Sistema Métrico Decimal, el Sistema-Educativo, un Sistema de Ecuaciones, etc.

En cualquier sistema, el comportamiento de cualquiera de sus partes o componentes tiene efecto directo o indirecto sobre las demás.

2.2.-DATOS E INFORMACION.- Es importante aclarar la diferencia que existe entre datos e información. Aunque en muchas ocasiones se utilizan éstos términos como sinónimos-existe una importante diferencia: Podemos considerar los datos como los insumos o resultados de un fenómeno, es decir, magnitudes, cifras, palabras o relaciones para introducir en un sistema del cual deseamos obtener cierta información. Un dato es algo que se conoce y se puede cuantificar, la información por su parte, puede considerarse como el conocimiento derivado del análisis de datos (Entendiendo por análisis la organización de los datos de manera significativa, en forma tal que permitan obtener cierta información).

La diferencia básica entre datos e información consiste en que los datos no son útiles o significativos como tales sino hasta que son procesados y convertidos a una forma útil llamada información.

PROCESO DE DATOS.- Se considera un proceso a la actividad que modifica uno o más insumos para obtener un producto diferente por medio de un procedimiento establecido. El proceso a su vez estará integrado a un sistema de

señado para obtener información necesaria en la toma de decisiones .



En todo sistema la información manejada siempre pasa a través de una entrada, un proceso y una salida.

A medida que se disminuye el tiempo de respuesta se incrementa el costo del proceso de datos, por lo que -- las dos condiciones deben ser balanceadas para obtener un mejor beneficio.

2.3.- SISTEMAS DE INFORMACION.- Conociendo la definición de sistema y de información, podemos entender por sistema de información un conjunto de elementos y procedimientos íntimamente relacionados que tienen como propósito manejar datos y elaborar reportes que permitan tomar de decisiones adecuadas para el logro de los objetivos de -- una organización.

Tales sistemas tienen como fin registrar, procesar y reportar información significativa; es decir constituyen un medio a través del cual es posible obtener información que nos permita elegir cursos concretos de acción o tomar decisiones.

Como en prácticamente todos los sistemas se maneja información, podemos considerar que todos los sistemas son sistemas de información, aun cuando en el nombre -- que los identifica no sean referidos como tales. Por e-

jemplo: Un sistema de inventario, es un sistema de información de inventario, ya que para lograr su objetivo se debe manejar información.

2.4. SUBSISTEMAS.- La organización de una empresa, podemos decir que es un sistema y cada una de sus partes integrantes es un subsistema que al mismo tiempo está formado por sus partes integrantes que también son subsistemas del mismo. Por ejemplo: El sistema de distribución de maíz Conasupo pasa a ser un subsistema del macrosistema de distribución de granos, que a su vez es un subsistema del sistema de programa de la Conasupo, que es un subsistema del sistema Conasupo, que es un subsistema del Sistema de Servicios del Gobierno Federal.

INGENIERIA .- Es la técnica que nos permite la transformación de la naturaleza en beneficio de la humanidad en forma económica, segura y funcional.

INGENIERIA CIVIL.- Es la rama de la Ingeniería que proyecta, diseña, construye, opera y da mantenimiento a obras de Edificación, uso y manejo del agua y Sistemas de Transporte.

2.5 .-INGENIERIA DE SISTEMAS.- Conociendo las definiciones de Ingeniería y Sistemas, podemos definir la Ingeniería de Sistemas de la siguiente forma: Ingeniería de Sistemas es el conjunto de elementos y procedimientos íntimamente relacionados que tienen como propósito conducir a la solución óptima de problemas que tienden a transformar la naturaleza en beneficio de la humanidad.

2.6.- TIPOS Y FUNCIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION.- Los sistemas de información pueden clasificarse de diferentes maneras. Si atendemos por ejemplo al tipo o instrumentos que utilizan para el procedimiento de datos, los sistemas de información pueden ser:

Manuales

Mecánicos

Electromecánicos o

Electrónicos.

Si se clasifican según la organización de las empresas -- pueden ser:

Operativos (Captan, procesan y reportan información) o

Directivos (Captan y reportan información a través de procesos que resuelven problemas excepcionales).

Independientemente del tipo de sistema de información, existen funciones comunes a todos los sistemas, siendo las -- principales:

Recolección de datos-fuente, .

conversión de datos,

transmisión de datos,

almacenamiento de datos,

proceso de datos y

Recuperación de información y reportes.

La figura II.1 (Página siguiente) muestra la forma en que cada tipo de sistema lleva a cabo cada una de las funciones anteriores, sin entrar en mayor explicación por no ser tema de este trabajo, pero recomendando la bibliografía del final para ampliar el tema.

<i>Función</i> <i>Tipo</i>	<i>Recolección de datos</i>	<i>Conversión de datos</i>	<i>Transmisión de datos</i>	<i>Almacenamiento de datos</i>	<i>Proceso de datos</i>	<i>Recuperación de información y reportes</i>
MANUAL.	En forma manual sobre documentos con el uso de lápiz, pluma, marcadores especiales, etc.	No existe por lo general	Manual por mensajes escritos, correo, telégrafo, memorandos, etc.	En archiveros de registros varios, contenidos en folders o cardex; en libros, etc.	Manualmente con el uso de utensilios y reglas de cálculo, ábacos, etc.	En forma manual con el uso de lápiz, pluma o marcadores sobre formas comunes
MECÁNICO	Misma que en manual o con máquina de escribir, relojes checadores, marcadores, etc.	No existe generalmente	Teléfono, radio, teletipos, paneles de luces, etc.	Igual que manual	En forma manual pero usando calculadoras, sumadoras, máquinas de registro s/tarjetas, máquinas de escribir, etc.	En forma manual con el uso de máquinas de escribir, máquinas de escritura sobre tarjetas registradoras, etc.
ELECTRO-MECÁNICO (REGISTRO UNITARIO)	Misma que en manual y mecanizado o tarjetas con marcas pre-perforadas o sensibles	Perforadora de tarjetas	Igual que en manual y mecanizada	En gavetas para tarjetas perforadas	Con el uso de verificadoras, clasificadoras, intérpretes, intercaladoras, reproductoras, tabuladoras y calculadoras.	En forma mecanizada con el uso de la tabuladora sobre formas preimpresas
ELECTRÓNICO	Mismo que electro-mecánico o por el uso de terminales, consolas, marcas de caracteres ópticos o magnéticos, etc.	Perforadora de tarjetas, grabadora de cintas, grabadora de discos, pantallas etc.	Igual que electro-mecánica o por el uso de teleproceso con líneas telefónicas e internamente a través de la U.C.P.	En gavetas, si son tarjetas perforadas; cintas, discos magnéticos, memorias masivas de núcleos, tarjetas magnéticas	Con programas almacenados electrónicamente en el procesador central	Con impresoras de alta velocidad, pantallas de rayos catódicos, consolas, terminales, con máquinas de escribir, etc.

Figura II.: Tipología de los sistemas de información

2.7. LOS SISTEMAS DE INFORMACION Y LA INGENIERIA CIVIL.-En la Ingeniería Civil es conveniente para plantear los problemas que debe resolver, enfocar éstos desde el punto de vista de los sistemas; es decir, es conveniente tratar los problemas como un todo, definiendo sus fronteras, -- sus alcances y limitaciones. Los sistemas de información se relacionan tanto con la Ingeniería, que se ha dado origen a una ciencia relativamente nueva que es la Ingeniería de Sistemas.

Los problemas que conciernen a la Ingeniería Civil , por sus características son problemas que involucran -- múltiples soluciones, ya que diseñar y construir una -- presa de almacenamiento, edificar una casa, construir un aeropuerto, etc. son problemas que se pueden resolver de más de una forma, donde muchas soluciones aparentes son buenas o factibles y sin que necesariamente todas las de más tengan que estar mal o equivocadas.

Uno de los objetivos de la Ingeniería de Sistemas es precisamente utilizar técnicas matemáticas para que dependiendo del problema que se desee resolver podamos llegar a lo que se conoce como solución óptima o mejor solución, lo anterior se logra sistematizando los procedimientos de cálculo que conducen a la solución, es decir, muchos problemas de Ingeniería Civil hoy en día se plantean y resuelven desde el punto de vista de los sistemas.

Si analizamos el problema de diseñar y construir una presa desde el punto de vista hidráulico vamos a obtener una solución, pero si lo hacemos desde el punto de vista geológico encontraremos otra solución, desde el punto de vista topográfico otra, desde el punto de vista constructivo otra, etc. Pero si estudiamos el problema como sistema, desde un punto de vista imparcial y considerando -

las opiniones de todos los técnicos de las distintas especialidades, podemos llegar a la solución óptima con la -- confianza de que se podrá tomar la decisión adecuada.

Lógicamente, dadas las características de los problemas que se deben resolver y plantear hoy en día y considerando que se deben aprovechar al máximo los recursos humanos y económicos, la Ingeniería Civil cuenta en México, -- como en otros países con la poderosa herramienta que es -- actualmente los sistemas electrónicos de información.

Los procedimientos matemáticos que utiliza la Ingeniería de Sistemas se basan prácticamente en cientos y miles de cálculos aritméticos repetitivos, que por la urgencia -- que se tiene de conocer los resultados y tomar decisiones éstos deben conocerse a la mayor brevedad posible, por lo que es recomendable el uso de equipos de cómputo electrónico, ya que de otra forma los cálculos rutinarios serían muy lentos y con la desventaja de que habría la posibilidad de cometer errores.

Los sistemas electrónicos tienen además la ventaja de que permiten al hombre utilizar su tiempo y su intelecto -- para hacer el análisis y el planteamiento de los problemas, así como para interpretar los resultados y tomar decisiones y ya no para realizar los cálculos aritméticos y matemáticos como se hacía anteriormente.

Los sistemas de información se relacionan con prácticamente todas las ciencias y actividades, ya que en todas ellas hay necesidad de procesar datos y de obtener información para tomar decisiones, pero desde luego también la -- Ingeniería Civil tiene muchas maneras distintas de relacionarse con los sistemas de información como ya fue mencionado.

A su vez los sistemas de información y la Ingeniería de Sistemas encuentran múltiples aplicaciones en ramas específicas de la Ingeniería Civil, tales como Construcción, Hidráulica, Estructuras, Geotecnia, Ingeniería Sanitaria, Topografía, etc.

2.8.-ALGUNOS SISTEMAS EN INGENIERIA CIVIL.- Con el objeto de auxiliar a los ingenieros civiles en su actividad profesional, se han desarrollado recientemente programas muy sofisticado de computadora, que sin llegar a ser lenguajes completos, permiten resolver problemas específicos de distintas actividades. A tales programas se les conoce en computación como "paquetes" y permiten fácilmente la solución de algunos problemas de Topografía, Estructuras, programación lineal, canales, trazo de carreteras, Probabilidad y Estadística, control de proyectos , etc.

Hay una gran variedad de paquetes en las distintas dependencias gubernamentales y otras empresas para atender a sus necesidades específicas; los paquetes que cada empresa tiene están en función del equipo de cómputo con que cuentan y del tipo de problemas que con mayor frecuencia se enfrentan.

A manera de ejemplo, en la tabla de la siguiente página se mencionan algunos de los paquetes de cómputo -- que se tienen actualmente en la Secretaría de Desarrollo urbano y Ecología, así como su principal aplicación y la rama de la Ingeniería Civil en que se utilizan. En dicha dependencia se cuenta actualmente con el equipo de cómputo IBM-4341 que permite el uso de los paquetes que a continuación se enlistan.

NOMBRE	FUNCION QUE REALIZA	RAMA DE APLICACION
PROJACS Project Analysis Control System	Análisis y control de proyectos.	Ingeniería de Sistemas.
ICES- PROJECT	Análisis y control de proyectos.	Ingeniería de sistemas.
MPS X Mathematical programming system extended/ 370	Programación lineal, entera y mixta.	Ingeniería de Sistemas.
ICES- STRU DL I-II	Análisis y Diseño estructural.	Estructuras.
TRANSET I	Ayuda a problemas de transporte.	Ingeniería de Sistemas.
SAS Statical Analysis system	Análisis estadístico y matricial.	Probabilidad y Estadística.
ICES-COGO Coordinate Geometry	Problemas de poligonales en 2 ó 3 dimensiones,	Topografía.

Figura II.2 PAQUETES DE COMPUTO DISPONIBLES EN SEDUE

En la tabla anterior se cuenta con algunos productos del ICES (Integrated Civil Engineering System) que ha desarrollado aplicaciones exclusivas para problemas . de Ingeniería Civil. También se cuentan en la SEDUE algunos otros paquetes cuyas aplicaciones no tienen que ver directamente con la Ingeniería Civil, así como los lenguajes tradicionales de programación para computadoras, tales como el Fortran (formula translation), el COBOL (Common Bussiness Oriented Language) y otros.

CAPITULO III

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

CAPITULO III

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

3.1.- ANTECEDENTES Y DESCRIPCION

Debido al crecimiento de la población, así como a la necesidad de ordenar y regular los asentamientos humanos es necesario contar con poblaciones que puedan satisfacer las necesidades de la creciente población, -- tanto en cantidad (Tamaño y capacidad) como en calidad (Servicios, obras de infraestructura, etc.)

Una forma de conseguir este objetivo es agrandar -- las poblaciones existentes en una manera ordenada y -- planificada, buscando las mejores zonas del entorno urbano susceptibles de pasar a formar parte de la ciudad.

Esto se logra mediante estudios geológicos, edafológicos, hidrográficos y de uso del suelo en las zonas candidatas, que en forma preliminar (Y en ocasiones definitiva) pueden hacerse con ayuda de cartas topográficas o fotomapas, producto de vuelos fotogramétricos sobre las áreas involucradas.

Estos vuelos fotogramétricos, desde su programación hasta su realización necesitan ser ubicados dentro de un contexto cartográfico. La República Mexicana ha sido dividida en rectángulos de 3'20" de longitud y 3' - de latitud. Aprovechando esto, los vuelos se planean -- en base a esta división que sera explicada más adelante.

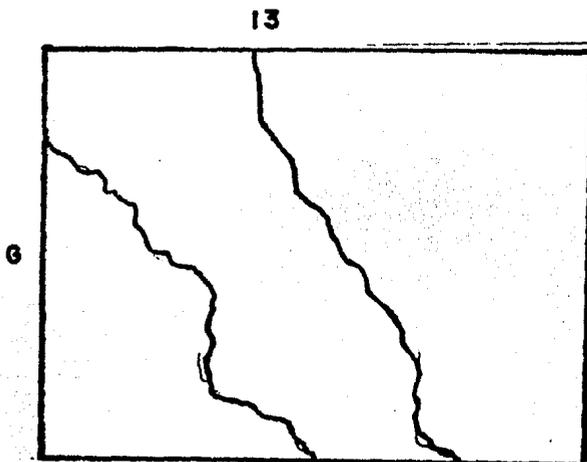
El problema consiste en localizar los cuatro puntos que delimitan cada uno de estos planos (que serán convertidos en fotomapas), ubicar estos cuatro puntos en el sistema mundial de coordenadas geográficas (Expresado en latitud y longitud) y finalmente proyectarlos

en un plano que tome en cuenta la curvatura de la Tierra
(Mediante el sistema coordenado U.T.M.).

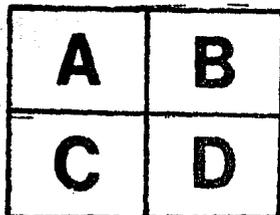
3.2.- LOCALIZACION DE COORDENADAS GEOGRAFICAS

La República Mexicana se encuentra entre la Longitud 87° y la 117° y entre las Latitudes 16° y 32° , lo que en el Sistema UTM son las zonas 11, 12, 13, 14, 15 y 16 , y los paralelos horizontales correspondientes a las letras D, E, F, G, H e I.

Cada sección (Que puede considerarse rectangular) - lleva la letra y el número que le corresponde;



Y cada sección a su vez, se divide en 4 más pequeñas:
A, B, C y D .



Y cada uno a su vez tiene una división de tipo matricial

11	12	13					
21	22						
31							

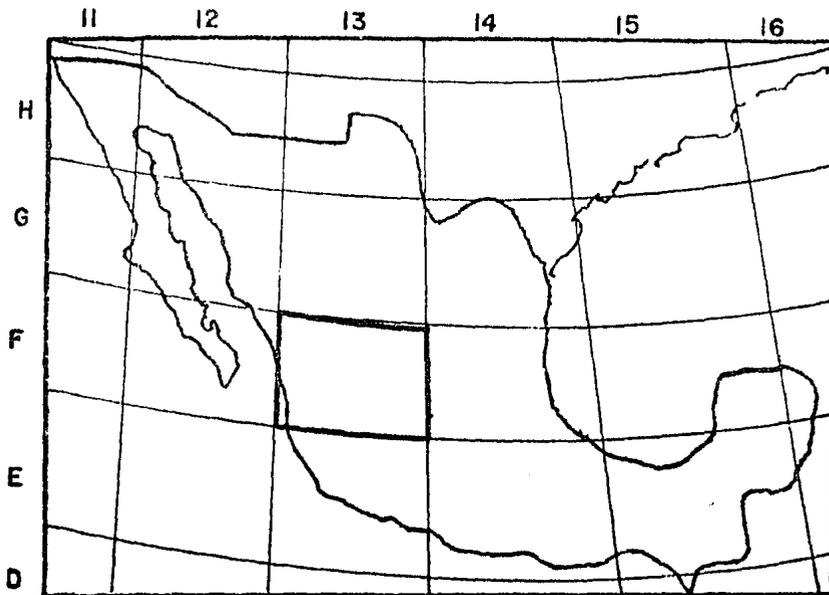
Cada uno de estos rectángulos se divide también matricialmente; 5 divisiones de 3' verticalmente y 6 divisiones de 3' 20'' horizontalmente:

11	12	13						3'	
21	22							15'	
31									
3' 20''		20'							

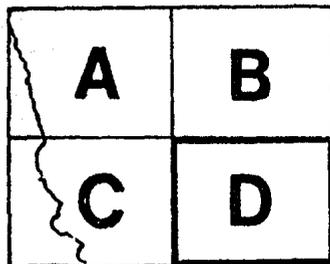
cada una de estas zonas tiene su clave de identificación.

Por ejemplo: F 13 D 16 11

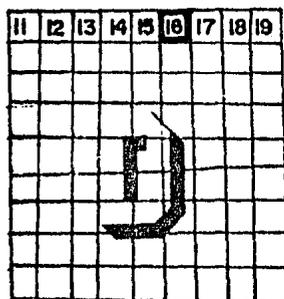
La F y el 13 corresponden al huso 13 y al paralelo F



La D corresponde al cuarto cuadrante de dicha zona F13



El 16 es la ordenada matricial dentro del cuadrante D:



Y finalmente el 11 en la posición matricial del cuadro D-16.

D-16

11					

El problema consiste en obtener las coordenadas geográficas de los cuatro vértices de este último rectángulo.

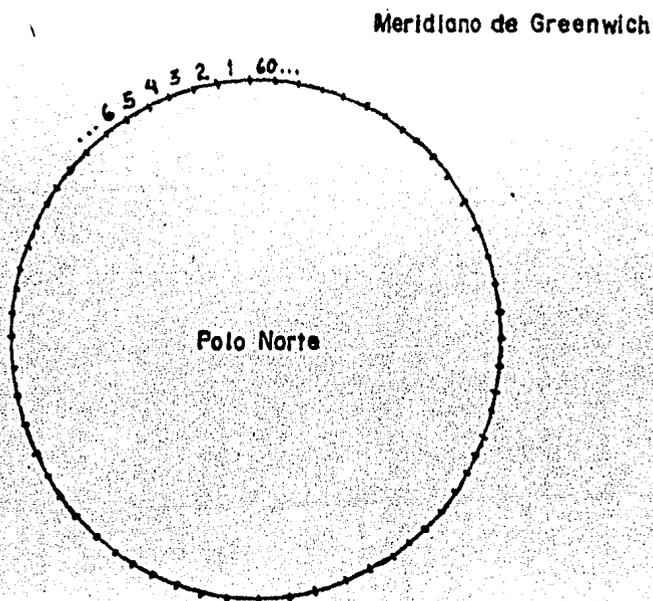
3.3.- TRANSFORMACION A COORDENADAS U.T.M.

COORDENADAS UTM (UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR)

Su finalidad es expresar la ubicación de un punto de la Superficie de la Tierra en coordenadas planas rectangulares.

El problema de representar una superficie esférica - en un plano es resuelto para este sistema de coordenadas de la siguiente forma:

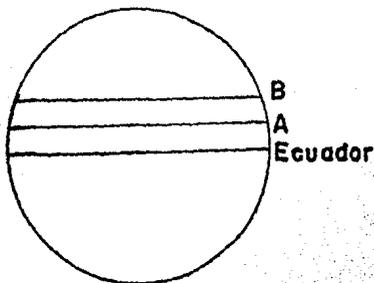
Sobre la circunferencia del Ecuador se divide la Tierra en 60 zonas, limitadas por meridianos



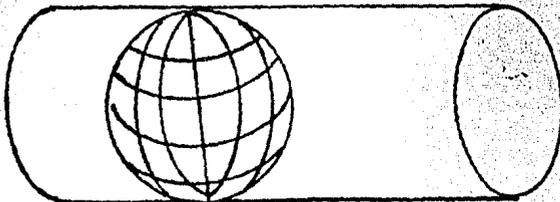
Cada división tiene una amplitud angular de 6 grados, para que las 60 zonas de 6 grados cada una cubran los 360 grados de la circunferencia.

Cada una de éstas zonas está limitada por dos meridianos, con coordenadas geográficas múltiplos de 6, así, - por ejemplo, la zona 13 está limitada por 102 y 108 grados.

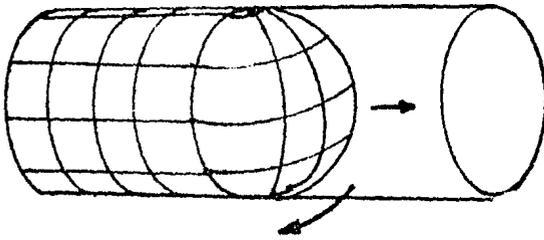
En el otro sentido, la Tierra es dividida por circunferencias paralelas al Ecuador, las cuales se designan - con letras y están distanciadas angularmente 4 grados - una de otra:



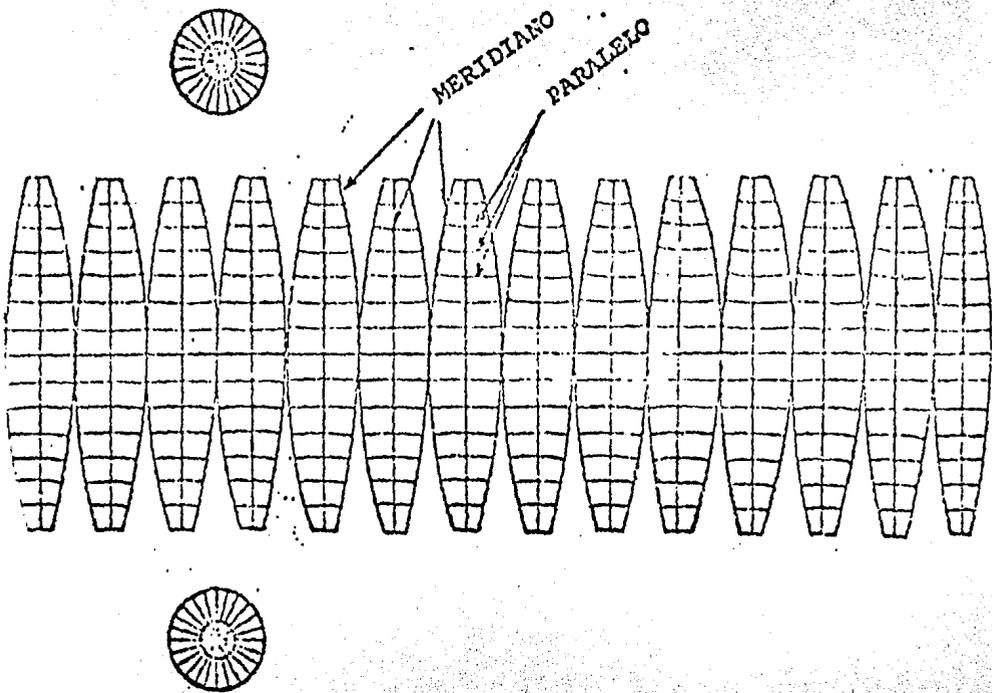
Ahora, el globo terráqueo ya dividido es inscrito en un cilindro:



Dentro del cual es rotado, haciendo que a cada giro de 6 grados cada meridiano vaya siendo tangente a la pared - interior del cilindro:

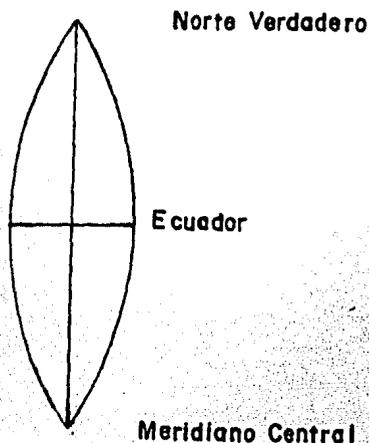


Finalmente, este cilindro es extendido, presentando así sobre un plano las 60 divisiones meridionales



EL SISTEMA CUADRICULAR UTM

Para establecer un sistema coordenado dentro de éstas zonas con forma de huso se toman como referencia el meridiano central de cada una y el Ecuador.

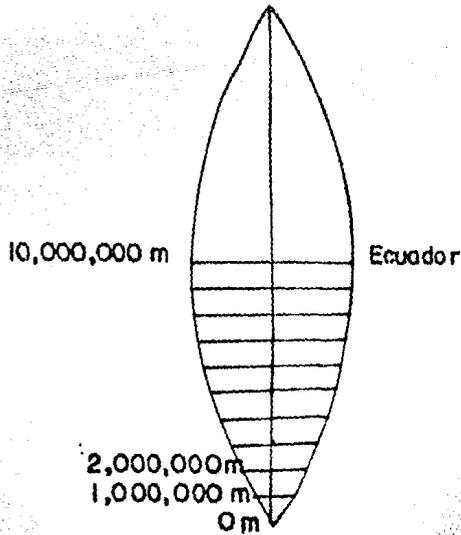


Conocido el radio del Ecuador (6,378,206.4 m) la circunferencia de la Tierra es:

$$D = 3.141592 \times 2 \times 6,378,206.4 = 40,075,540 \text{ m}$$

Cada zona, abarca verticalmente media circunferencia, es decir, aproximadamente 20,000,000.00 m y como el Ecuador está a la mitad, se le asigna el valor de 10 millones de metros como ordenada (esto con el fin de que tanto arriba como abajo del Ecuador las ordenadas sean positivas) .

Dividimos la distancia del Ecuador al vértice inferior por 10 líneas equidistantes, la más baja lleva la ordenada 0 metros, la siguiente 1,000,000 m y así sucesivamente hasta el Ecuador 10,000,000 m .

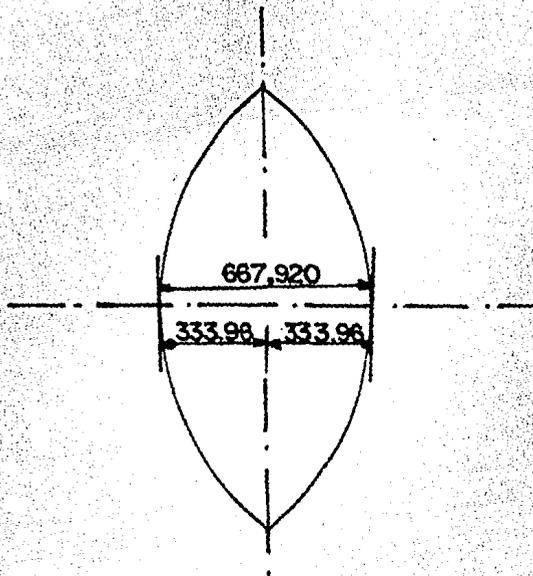


Para la coordenada horizontal se hizo un razonamiento semejante:

Circunferencia de la Tierra = 40,075,540 m

Número de zonas = 60

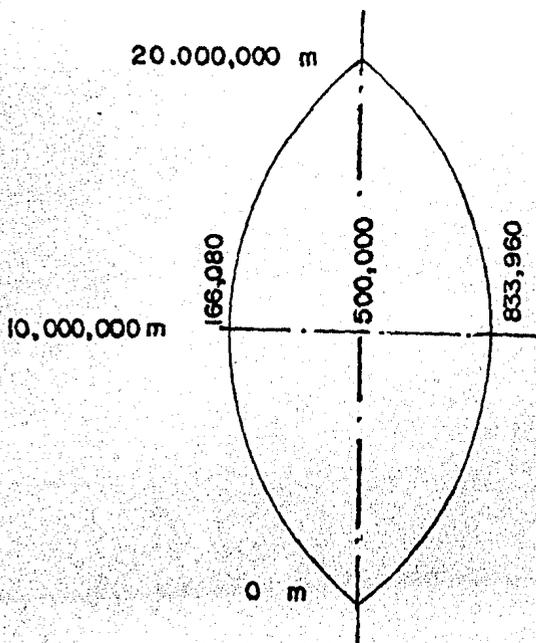
$$\text{Arco de circunferencia por zona} = \frac{40,075,540 \text{ m}}{60 \text{ husos}} = 667,920 \text{ m/huso}$$



Para no trabajar con números negativos, al meridiano central, en vez de tener la abscisa 0 m se le asigna el valor de 500,000 m para que aunque el punto buscado esté a la izquierda del meridiano central, su abscisa siempre sea mayor que cero, así los límites de las zonas llevan las siguientes abscisas:

Abscisa Límite Izq.= $500,000 - 333,960 = 166,080$ m

Abscisa Límite Der.= $500,000 + 333,960 = 833,960$ m



Las coordenadas UTM están referidas a cada huso, por lo cual debe indicarse de qué huso se trata, pues en cada uno de los 60 husos existe, por ejemplo, la coordenada (500,000 , 10,000,000)

El sistema cuadrangular UTM está compuesto de 60 zonas cada una de 6 grados de ancho. Cada zona es matemáticamente idéntica a todas las demás en el sistema de cuadrícula.

PRINCIPIOS BASICOS DEL SISTEMA UTM

- 1.- Número de zonas en el sistema: 60 .
- 2.- El ancho de una zona en grados de longitud: 6 .
- 3.- El sistema de numeración de la zona cuadrangular: de izquierda a derecha, del 1 al 60.
- 4.- Origen de una zona cuadrangular: Ecuador y meridiano central.
- 5.- El meridiano central es una línea recta. .
- 6.- El Ecuador es una línea recta.
- 7.- Definición de una cuadrícula: Una serie de líneas horizontales y verticales uniformemente espaciadas formando cuadrados perfectos que representan en kilómetro en la Tierra.
- 8.- El meridiano central y las líneas ecuatoriales de la proyección cartográfica coinciden exactamente con -- las líneas del cuadrangular.
- 9.- Un valor de 500,000 m se le asigna arbitrariamente a la línea del cuadrangular que coincide con el meridiano central.
- 10.- Si se localiza un punto a la derecha del meridiano central, a la distancia desde el meridiano central - se le agregan 500,000m para obtener el valor cuadrangular del punto.
- 11.- Si un punto está ubicado a la izquierda del meridiano central, la distancia desde el meridiano central en metros se resta de 500,000 m para obtener - el valor cuadrangular del punto (Estos valores se refieren como distancia positiva de las distancias cuadrangulares longitudinales y siempre aumentan de Oeste a Este.) .

- 12.- El valor cuadrangular del polo sur es 0 m y la distancia del polo sur al Ecuador es de 10,000,000 m .
- 13.- Si un punto está ubicado al sur del Ecuador, la distancia entre ellos se resta de 10,000,000 m para obtener el valor cuadrangular del punto. (Que sería la -- distancia del polo sur al punto en cuestión). Este - valor se refiere como Norte cuadrangular porque aumenta de sur a norte.
- 14.- Si un punto está ubicado al norte del Ecuador, la distancia entre ellos se suma a 10,000,000 m y ése es el valor cuadrangular del punto.
- 15 .-El término cuadrícula se aplica a un sistema de medición de coordenadas (Para medir superficies planas)
- 16.- Longitud y Latitud se aplica a un sistema de medición angular esférica en grados, minutos y segundos - del arco. (Para medir superficies redondas).
- 17.- Las líneas cuadrangulares horizontales en un mapa (abdenadas) se refieren como líneas cuadrangulares de la diferencia de lalitud hacia el norte porque los valores aumentan en una dirección hacia el norte.
- 18.- Las líneas cuadrangulares verticales (abscisas) se refieren como diferencia positiva de las distancias longitudinales de una línea, pues los valores aumentan - hacia el este.
- 19.- La cuadrícula se puede extender fuera del límite de 3 grados para sobrepasar 30 minutos o más sobre la - zona cuadrangular adyacente. Esto se conoce como la - cuadrícula de traslapo o adyacente.
- 20.- El número de la zona cuadrangular identifica la zona - en relación con todas las demás zonas cuadrangulares - del sistema (del 1 al 60).
- 21.- Las líneas cuadrangulares verticales (abscisas) se alinean paralelas al meridiano central.
- 22.- El norte de la cuadrícula es hacia donde apuntan las líneas las líneas cuadrangulares verticales . No debe confundirse con el norte verdadero ni con el geográfico.

La segunda parte del problema (Pasar las coordenadas Geográficas a U.T.M.) se resuelve con la ayuda de unas fórmulas desarrolladas por el Cuerpo de Ingenieros del Departamento del Ejército, de Estados Unidos de América, en las cuales se utiliza la siguiente notación:

ϕ Latitud

λ Longitud

ϕ' Latitud del pie de la perpendicular trazada del punto considerado al meridiano central.

λ_0 Longitud del origen (Meridiano central)

$\Delta\lambda$ Diferencia de longitud con relación al meridiano Central.

$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$ Cuando el punto se encuentra al Este del meridiano central.

$\Delta\lambda = \lambda_0 - \lambda$ Cuando el punto está al Oeste del meridiano central.

a Semieje mayor del esferoide.

b Semieje menor del esferoide.

f Achatamiento o elipticidad = $\frac{a-b}{a}$

e^2 (Excentricidad)² = $\frac{a^2 - b^2}{a^2}$

e'^2 $\frac{a^2 - b^2}{b^2} = \frac{e^2}{1 - e^2}$

$n = \frac{a-b}{a+b}$

ρ Radio de curvatura de un meridiano = $\frac{a(1-e^2)}{(1-e^2 \sin^2 \phi)^{3/2}}$

ν Radio de curvatura del primer vertical, se define también como la normal al esferoide en el extremo del eje menor

$\nu = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 \phi)^{1/2}} = \rho(1 + e'^2 \cos^2 \phi)$

S Distancia verdadera medida sobre un meridiano del esferoide, desde el Ecuador.

k_0 Factor de escala en el meridiano central; es una reducción arbitraria que se aplica a todas las longitudes geodésicas para disminuir la máxima distorsión de la proyección. $k_0 = 0.9996$

La segunda parte del problema (Pasar las coordenadas geográficas a U.T.M.) se resuelve con la ayuda de unas fórmulas desarrolladas por el Cuerpo de Ingenieros del Departamento del Ejército, de Estados Unidos de América, en las cuales se utiliza la siguiente notación:

ϕ Latitud

λ Longitud

ϕ' Latitud del pie de la perpendicular trazada del punto considerado al meridiano central.

λ_0 Longitud del origen (Meridiano central)

$\Delta\lambda$ Diferencia de longitud con relación al meridiano Central.

$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$ Cuando el punto se encuentra al Este del meridiano central.

$\Delta\lambda = \lambda_0 - \lambda$ Cuando el punto está al Oeste del meridiano central.

a Semieje mayor del esferoide.

b Semieje menor del esferoide.

f Achatamiento o elipticidad = $\frac{a-b}{a}$

e^2 (Excentricidad)² = $\frac{a^2 - b^2}{a^2}$

e'^2 $\frac{a^2 - b^2}{b^2} = \frac{e^2}{1 - e^2}$

$n = \frac{a-b}{a+b}$

ρ Radio de curvatura de un meridiano = $\frac{a(1-e^2)}{(1-e^2\sin^2\phi)^{3/2}}$

ν Radio de curvatura del primer vertical, se define también como la normal al esferoide en el extremo del eje menor

$$\nu = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 \phi)^{1/2}} = \rho(1 + e'^2 \cos^2 \phi)$$

S Distancia verdadera medida sobre un meridiano del esferoide, desde el Ecuador.

k₀ Factor de escala en el meridiano central; es una reducción arbitraria que se aplica a todas las longitudes geodésicas para disminuir la máxima distorsión de la proyección. $k_0 = 0.9996$

- k Factor de escala sobre el punto considerado en la proyección.
- FN Falsa ordenada (N de Norte)
- FE Falsa abscisa (E de Esta)
- X' Distancia sobre la cuadrícula a partir del meridiano central, siempre positiva.
- X Abscisa de cuadrícula = $X + 500,000$ cuando el punto está al Este del meridiano central; vale $500,000 - X'$ cuando el punto está al oeste de dicho meridiano.
- Y Ordenada de cuadrícula
- t Azimut plano (Medido a partir del norte de cuadrícula)
- T Azimut geodésico proyectado.
- ∞ Azimut geodésico
- C Convergencia de meridianos (Angulo formado por el norte verdadero y el norte de cuadrícula)
- $p = 0.0001\Delta\lambda$
- $q = 0.000001X'$

$$(I) = Sk_0$$

$$(II) = \frac{\nu \operatorname{Sen} \phi \operatorname{Cos} \phi \operatorname{Sen}^2 1''}{2} k_0 10^8$$

$$(III) = \frac{\operatorname{sen}^4 1'' \nu \operatorname{sen} \phi \operatorname{Cos}^3 \phi}{24} (5 - \tan^2 \phi + 9e'^2 \operatorname{Cos}^2 \phi + 4e'^4 \operatorname{Cos}^4 \phi) k_0 10^{16}$$

$$(IV) = \nu \operatorname{Cos} \phi \operatorname{sen} 1'' k_0 10^4$$

$$(V) = \frac{\operatorname{Sen}^3 1'' \nu \operatorname{Cos}^3 \phi}{6} (1 - \tan^2 \phi + e'^2 \operatorname{Cos}^2 \phi) k_0 10^2$$

$$(VII) = \frac{\tan \phi}{2\nu \operatorname{Sen} 1''} (1 + e'^2 \operatorname{Cos}^2 \phi) \frac{1}{k_0^2} 10^{12}$$

$$(VIII) = \frac{\tan \phi}{24\nu^4 \operatorname{Sen} 1''} (5 + 3\tan^2 \phi + 6e'^2 \operatorname{Cos}^2 \phi - 6e'^2 \operatorname{Sen}^2 \phi - 3e'^4 \operatorname{Cos}^4 \phi - 9e'^4 \operatorname{Cos}^2 \phi \operatorname{Sen}^2 \phi) \frac{1}{k_0^4} 10^{24}$$

$$(IX) = \frac{\sec \phi}{\nu \operatorname{Sen} 1''} \frac{1}{k_0} 10^6$$

$$(X) = \frac{\sec \phi}{6 \nu^3 \operatorname{sen}^4 \phi} (1 + 2 \tan^2 \phi + e^{12} \cos^2 \phi) \frac{1}{k_0^3} 10^{19}$$

$$(XII) = \operatorname{sen} \phi 10^4$$

$$(XIII) = \frac{\operatorname{sen}^2 \phi \operatorname{sen} \phi \cos^2 \phi}{3} (1 + 3e^{12} \cos^2 \phi + 2e^{14} \cos^4 \phi) 10^{12}$$

$$(XV) = \frac{\tan \phi}{\nu \operatorname{sen}^4 \phi} \frac{1}{k_0} 10^6$$

$$(XVI) = \frac{\tan \phi}{3 \nu^3 \operatorname{sen}^4 \phi} (1 + \tan^2 \phi - e^{12} \cos^2 \phi - 2e^{14} \cos^4 \phi) \frac{1}{k_0^3} 10^{18}$$

$$(XVIII) = \frac{1 + e^{12} \cos^2 \phi}{2 \nu^2} \frac{1}{k_0^2} 10^{12}$$

$$(XIX) = \frac{1 + 6e^{12} \cos^2 \phi + 9e^{14} \cos^4 \phi + 4e^{16} \cos^6 \phi}{24 \nu^4} \frac{1}{k_0^4} 10^{24}$$

$$A_6 = \frac{p^6 \operatorname{sen}^4 \phi \nu \operatorname{sen} \phi \cos^5 \phi}{720} (61 - 58 \tan^2 \phi + \tan^4 \phi + 270 e^{12} \cos^2 \phi - 330 e^{14} \operatorname{sen}^2 \phi) k_0 10^{24}$$

$$B_5 = \frac{p^5 \operatorname{sen}^5 \phi \nu \cos^5 \phi}{120} (5 - 18 \tan^2 \phi + \tan^4 \phi + 14 e^{12} \cos^2 \phi - 58 e^{12} \operatorname{sen}^2 \phi) k_0 10^{20}$$

$$C_5 = p^5 \frac{\operatorname{sen}^4 \phi \operatorname{sen} \phi \cos^4 \phi}{15} (2 - \tan^2 \phi) 10^{20}$$

$$D_6 = q \frac{\tan \phi}{720 \nu^6 \operatorname{sen}^4 \phi} (61 + 90 \tan^2 \phi + 45 \tan^4 \phi + 107 e^{12} \cos^2 \phi - 162 e^{12} \operatorname{sen}^2 \phi - 45 e^{12} \tan^2 \phi \operatorname{sen}^2 \phi) \frac{1}{k_0^6} 10^{36}$$

$$E_5 = q^5 \frac{\sec \phi}{120 \nu^5 \operatorname{sen}^4 \phi} (5 + 28 \tan^2 \phi + 24 \tan^4 \phi + 6 e^{12} \cos^2 \phi + 8 e^{12} \operatorname{sen}^2 \phi) \frac{1}{k_0^5} 10^{30}$$

$$F_5 = q^5 \frac{\tan \phi}{15 \nu^5 \operatorname{sen}^4 \phi} (2 + 5 \tan^2 \phi + 3 \tan^4 \phi) \frac{1}{k_0^5} 10^{30}$$

Los números romanos en las ecuaciones anteriores son los coeficientes de p y q en las fórmulas finales, las potencias de 10 se introdujeron con el objeto de conservar el punto decimal dentro del límite de 10 cifras.

Para facilitar la transformación de coordenadas fueron preparadas unas tablas basadas en las fórmulas anteriores pero de más fácil acceso, las cuales se describen en el capítulo IV.

Las especificaciones para el uso de estas fórmulas son las siguientes:

- a) Proyección: Transversal de Mercator, en zonas de 6 grados de amplitud.
- b) Tipo de esferoide: Clarke 1866 (Con radio ecuatorial de 6,378,206.4000 m y achatamiento o esfericidad "f" de 294,978,698. Estos valores sirven para expresar la forma achatada de la Tierra en la fórmula:

$$\frac{a - b}{a} = f$$

Donde b es el valor del radio polar.

- c) Longitud de origen : Meridiano central de cada zona.
- d) Latitud de origen: 0 grados (el Ecuador)
- e) Unidad de medición: Metro.
- f) Falsa ordenada: 0 m (10,000,000 m para el hemisferio sur)
- g) Falsa abscisa: 500,000 m
- h) Factor de escala: k=0.9996
- i) Numeración de zonas: Se comienza con el número 1 que corresponde a la zona situada entre los meridianos 180°W a 174°W y continúa hacia el este en orden creciente de la numeración hasta llegar a la zona 60, la cual está comprendida entre los meridianos 174°E y 180°E.
- j) Límites de latitud: NORTE 80°N
SUR 80°S
- k) Límites de zonas y sobreposición. Zonas de 6 grados de amplitud.

CAPITULO IV

**EJEMPLO DE APLICACION
CON SOLUCION TRADICIONAL**

CAPITULO IV
EJEMPLO DE APLICACION CON SOLUCION TRADICIONAL

4.1.- DESCRIPCION DEL EJEMPLO

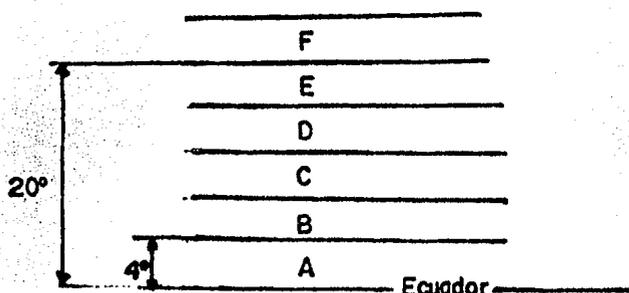
Como ya fue mencionado, la solución tradicional del problema se divide en dos partes: Transformar la clave de identificación (Dada por letras y números) a sus coordenadas geográficas correspondientes (Latitud y longitud, expresadas en grados, minutos y segundos) y después pasar éstas últimas a coordenadas U.T.M. (Expresadas en miles de metros).

4.2.- OBTENCION DE COORDENADAS GEOGRAFICAS POR EL METODO TRADICIONAL

Dada la clave de identificación de un palno, por ejemplo:

F14D3436

Encontramos que la primera letra, la F indica que el plano identificado por la clave anterior se encuentra en la franja F arriba del Ecuador:

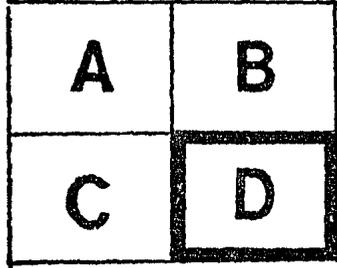


Las dos siguientes cifras (14) indican que está en la zona 14, de las que están numeradas a partir del Meridiano de Greenwich, la cual está comprendida entre las longi

tudes 96° y 102° .

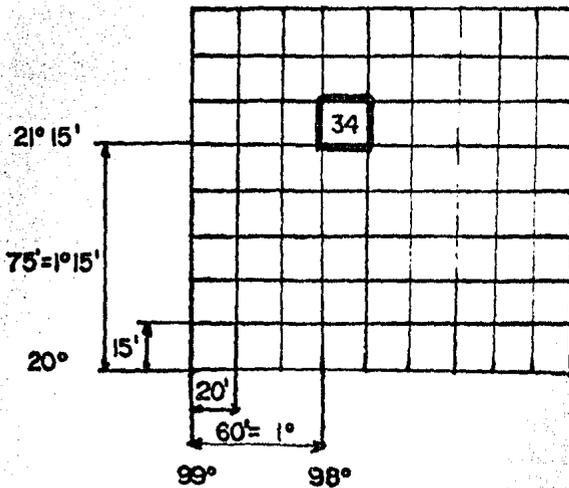
La siguiente letra (D) indica que es el cuarto cuadrante del rectángulo F14

F 14

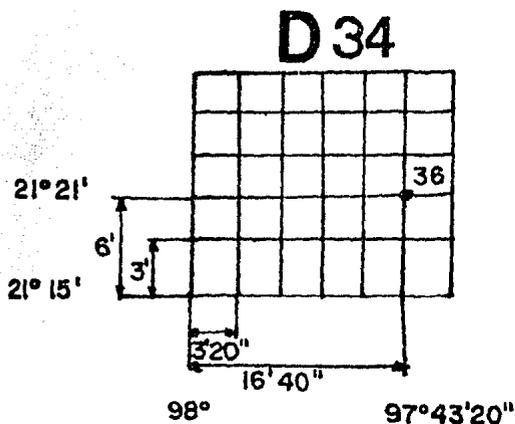


Los números siguientes (34) indican a qué cuadro del arreglo matricial D se refiere la clave de identificación.

D



Las últimas dos cifras (36) son las coordenadas matriciales de la división más pequeña, dentro del rectángulo D34



Conocidas las coordenadas de este punto, las coordenadas de las otras 3 esquinas se pueden calcular, pues conocemos las dimensiones de este rectángulo (ancho de 3' 20" y altura de 3')

	LONGITUD	LATITUD
PUNTO SW	97° 43' 20"	21° 21'
PUNTO SE	97° 40' 0 "	21° 21'
PUNTO NW	97° 43' 20"	21° 24'
PUNTO NE	97° 43' 20"	21° 24'

Que son las coordenadas geográficas de los cuatro vértices que limitan el plano cuya clave de identificación es

F14D3436

4.3.- OBTENCION DE COORDENADAS U.T.M. POR EL METODO TRADICIONAL

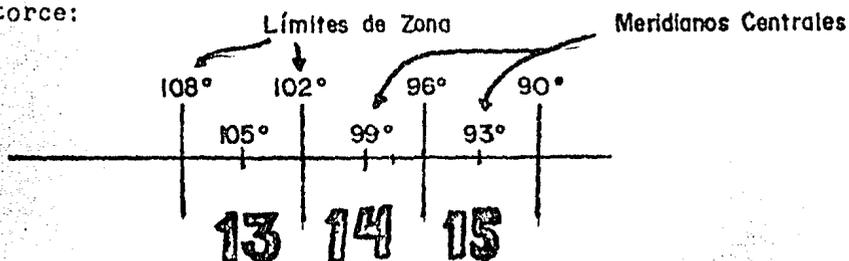
La transformación de coordenadas geográficas a U.T.M. se hace mediante el uso de las tablas mencionadas en el punto 3.3.

La manera en que se utilizan es la siguiente:

Dadas la latitud y la longitud, por ejemplo:

97°43'20" Longitud
21°21'00" Latitud

Lo primero es ver en qué zona se encuentra, en este caso la catorce:



La diferencia entre el meridiano central y el que pasa por nuestro ejemplo es:

$$\Delta\lambda = 99^\circ - 97^\circ 43' 20'' = 1^\circ 16' 40''$$

Transformamos esta diferencia a segundos: 4600 seg.

Con este valor calculamos cuatro constantes que nos harán falta para el uso de las fórmulas simplificadas con tablas:

$$P = 0.0001 (\Delta\lambda) = 0.4600$$

$$P^2 = 0.2116$$

$$P^3 = 0.09706$$

$$P^4 = 0.0442$$

Para el cálculo de la ordenada vertical hay 2 fórmulas:

Cuando el punto se encuentra al Norte del Ecuador:

$$Y=(I)+(II)p^2+(III)p^4+A_6$$

Cuando el punto se encuentra al Sur del Ecuador:

$$Y=10,000,000 - [(I)+(II)p^2+(III)p^4+A_6]$$

Para toda la República Mexicana se utiliza la primera fórmula por obvias razones.

Los valores representados con números romanos son precisamente los que se encuentran en las tablas mencionadas, p y sus potencias ya han sido calculadas y A se encuentra en un gráfico entrando con la diferencia de longitudes $\Delta\lambda$.

Para latitud= $21^{\circ}21'$: (Buscamos en la tabla IV.1)

(Página 38)

$$I=2,360,744.891$$

$$II=2,541.800$$

$$III=2.116$$

Para $\Delta\lambda = 1^{\circ}16'$, $A_6 = 0.0003$ (Valor encontrado en el nomograma del extremo inferior derecho de la tabla IV.2) (Pág. 39)

Sustituimos estos valores en la expresión correspondiente:

$$N = (2,360,744.891) + (2,541.800)(0.2116) + (2.116)(0.042) + 0.0003$$

$$N = 2,361,287.7 \text{ m}$$

Para encontrar la abscisa la fórmula a utilizar es:

$$E' = (IV)p + (V)p^2 + B_5$$

De forma semejante, para latitud $21^{\circ}21'$:

$$IV = 288017.339 \quad (\text{Tabla IV.2})$$

$$V = 83.498$$

El valor B_5 se obtiene con $= 1^{\circ}16'40''$
en la carta del extremo superior derecho de la tabla IV.2:

$$B_5 = 0.002$$

$$E' = (288017.339)(0.46) + (83.498)(0.09706) + 0.002$$

$$E' = 132496.07 \text{ m}$$

En este caso, el punto se encuentra a la derecha del meridiano central, por lo tanto, la Longitud de cuadrícula se encuentra sumando la abscisa del meridiano central al valor encontrado de E' :

$$X = 500,000 + 132496.07 = 632496.07 \text{ m}$$

Si el punto se encontrara a la izquierda del meridiano central, la abscisa X se encontraría con la Fórmula:

$$X = 500,00 - E'$$

Resultados encontrados mediante la solución tradicional:

$$\underline{X = 632496.07 \text{ m}}$$

$$\underline{Y = 2,361,287.7 \text{ m}}$$

Para el punto NW del plano cuya clave de identificación es :

F14D3436

TABLA IV.1 AUXILIAR PARA TRANSFORMAR COORDENADAS GEOGRAFICAS A UTM

21°

UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR GRID

Latitud	p=0,0001 Δλ "	N of Equator		S of Equator	
		(I)	Dist. 1"	(II)	Dist. 1"
				$N = (I) + (II)p^2 + (III)p^4 + \Delta\lambda$	
				$S = 10,000,000 - [(I) + (II)p^2 + (III)p^4 + \Delta\lambda]$	
21°00'	2 322 010,544	30,74093	2 507,924	0,02693	2,101
01	2 323 155,000	30,74100	2 509,545	0,02731	2,101
02	2 325 639,460	30,74106	2 511,166	0,02768	2,102
03	2 327 543,923	30,74112	2 512,786	0,02809	2,103
04	2 329 383,390	30,74118	2 514,405	0,02857	2,103
21°05'	2 331 232,761	30,74123	2 516,023	0,02905	2,104
06	2 333 077,305	30,74130	2 517,641	0,02954	2,105
07	2 334 921,813	30,74137	2 519,257	0,03003	2,106
08	2 336 766,294	30,74143	2 520,873	0,03051	2,107
09	2 338 610,730	30,74148	2 522,488	0,03100	2,107
21°10'	2 340 455,219	30,74155	2 524,102	0,03149	2,108
11	2 342 299,762	30,74160	2 525,715	0,03197	2,109
12	2 344 143,263	30,74167	2 527,328	0,03245	2,110
13	2 345 987,725	30,74173	2 528,939	0,03293	2,110
14	2 347 833,146	30,74178	2 530,550	0,03343	2,111
21°15'	2 349 677,529	30,74185	2 532,160	0,03392	2,112
16	2 351 522,970	30,74191	2 533,765	0,03440	2,113
17	2 353 368,465	30,74193	2 535,377	0,03489	2,113
18	2 355 213,913	30,74201	2 536,984	0,03537	2,114
19	2 357 058,315	30,74210	2 538,590	0,03586	2,115
21°20'	2 358 900,361	30,74216	2 540,195	0,03634	2,116
21	2 360 744,391	30,74221	2 541,801	0,03683	2,116
22	2 362 589,324	30,74228	2 543,404	0,03732	2,117
23	2 364 433,961	30,74235	2 545,007	0,03780	2,118
24	2 366 278,502	30,74240	2 546,609	0,03829	2,119
21°25'	2 368 123,046	30,74246	2 548,212	0,03877	2,119
25	2 369 967,594	30,74253	2 549,815	0,03926	2,120
26	2 371 812,146	30,74260	2 551,419	0,03974	2,121
27	2 373 656,701	30,74265	2 553,023	0,04023	2,122
28	2 375 501,260	30,74271	2 554,626	0,04072	2,122
21°30'	2 377 345,823	30,74278	2 556,230	0,04120	2,123
31	2 379 190,390	30,74283	2 557,833	0,04169	2,124
32	2 381 034,960	30,74290	2 559,435	0,04217	2,125
33	2 382 879,534	30,74296	2 561,038	0,04266	2,125
34	2 384 724,112	30,74303	2 562,642	0,04314	2,126
21°35'	2 386 568,694	30,74308	2 564,245	0,04363	2,127
35	2 388 413,278	30,74315	2 565,848	0,04411	2,127
36	2 390 257,867	30,74321	2 567,451	0,04460	2,128
37	2 392 102,460	30,74328	2 569,054	0,04508	2,129
38	2 393 947,057	30,74333	2 570,657	0,04557	2,129
21°40'	2 395 791,657	30,74340	2 572,260	0,04605	2,130
41	2 397 636,261	30,74346	2 573,863	0,04654	2,131
42	2 399 480,869	30,74353	2 575,466	0,04702	2,131
43	2 401 325,480	30,74358	2 577,069	0,04751	2,132
44	2 403 170,095	30,74365	2 578,672	0,04800	2,133
21°45'	2 405 014,714	30,74371	2 580,275	0,04848	2,134
45	2 406 859,337	30,74376	2 581,878	0,04897	2,134
46	2 408 703,963	30,74383	2 583,481	0,04945	2,135
47	2 410 548,593	30,74390	2 585,084	0,04994	2,136
48	2 412 393,227	30,74396	2 586,687	0,05042	2,136
21°50'	2 414 237,864	30,74403	2 588,290	0,05091	2,137
51	2 416 082,506	30,74409	2 589,893	0,05139	2,138
52	2 417 927,151	30,74415	2 591,496	0,05188	2,138
53	2 419 771,800	30,74421	2 593,099	0,05236	2,139
54	2 421 616,453	30,74428	2 594,702	0,05285	2,140
21°55'	2 423 461,110	30,74435	2 596,305	0,05333	2,140
55	2 425 305,770	30,74440	2 597,908	0,05382	2,141
56	2 427 150,434	30,74446	2 599,511	0,05430	2,142
57	2 428 995,102	30,74453	2 601,114	0,05479	2,142
58	2 430 839,774	30,74458	2 602,717	0,05527	2,143
22°00'	2 432 684,449		2 604,320		2,144

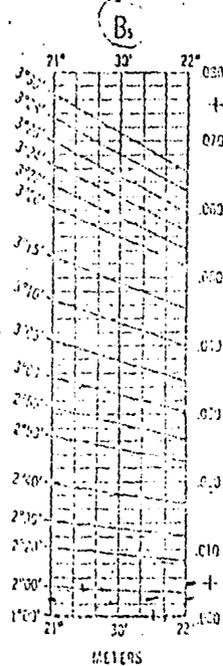
TABLA IV.2 AUXILIAR PARA TRANSFORMAR COORDENADAS GEOGRAFICAS A U.T.M.

21°

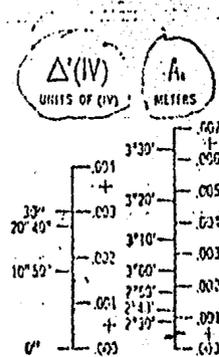
$$E' = (IV)P + (V)P^2 + B_3$$

$p = .0001, \Delta \lambda''$

Latitude	(IV)	Diff. 1"	(V)	Diff. 1"
21° 00'	288 695.667	-0.53430	84.631	-0.00089
01	288 693.609	0.53471	84.577	0.00090
02	288 691.526	0.53511	84.523	0.00090
03	288 689.420	0.53552	84.469	0.00090
04	288 687.289	0.53592	84.416	0.00090
21 05	288 535.133	-0.53633	84.362	-0.00090
06	288 507.953	0.53672	84.303	0.00090
07	288 470.749	0.53714	84.254	0.00090
08	288 433.521	0.53755	84.200	0.00090
09	288 406.268	0.53795	84.146	0.00090
21 10	288 373.991	-0.53836	84.092	-0.00090
11	288 341.690	0.53876	84.038	0.00090
12	288 309.364	0.53917	83.984	0.00090
13	288 277.014	0.53957	83.930	0.00090
14	288 244.640	0.53998	83.876	0.00090
21 15	288 212.241	-0.54038	83.822	-0.00090
16	288 175.918	0.54079	83.768	0.00090
17	288 147.371	0.54119	83.714	0.00090
18	288 114.900	0.54160	83.660	0.00090
19	288 082.404	0.54200	83.606	0.00090
21 20	288 049.894	-0.54241	83.552	-0.00091
21	288 017.519	0.54281	83.498	0.00090
22	287 984.770	0.54322	83.443	0.00090
23	287 952.177	0.54362	83.389	0.00090
24	287 919.560	0.54403	83.335	0.00091
21 25	287 886.918	-0.54443	83.281	-0.00091
26	287 854.253	0.54484	83.226	0.00091
27	287 821.562	0.54524	83.172	0.00091
28	287 788.656	0.54565	83.117	0.00091
29	287 756.109	0.54605	83.063	0.00091
21 30	287 723.345	-0.54645	83.009	-0.00091
31	287 690.559	0.54686	82.954	0.00091
32	287 657.748	0.54726	82.900	0.00091
33	287 624.912	0.54767	82.845	0.00091
34	287 592.052	0.54807	82.791	0.00091
21 35	287 559.167	-0.54846	82.736	-0.00091
36	287 526.259	0.54888	82.682	0.00091
37	287 493.326	0.54928	82.627	0.00091
38	287 460.359	0.54969	82.572	0.00091
39	287 427.388	0.55009	82.518	0.00091
21 40	287 394.382	-0.55050	82.463	-0.00091
41	287 361.352	0.55090	82.409	0.00091
42	287 328.298	0.55130	82.354	0.00091
43	287 295.220	0.55171	82.299	0.00091
44	287 262.118	0.55211	82.244	0.00091
21 45	287 228.991	-0.55252	82.189	-0.00091
46	287 195.840	0.55292	82.134	0.00091
47	287 162.665	0.55332	82.080	0.00091
48	287 129.465	0.55373	82.025	0.00091
49	287 096.242	0.55413	81.970	0.00092
21 50	287 062.994	-0.55454	81.915	-0.00092
51	287 029.722	0.55494	81.860	0.00092
52	286 996.425	0.55534	81.805	0.00092
53	286 963.105	0.55575	81.750	0.00092
54	286 929.760	0.55615	81.695	0.00092
21 55	286 896.391	-0.55655	81.640	-0.00092
56	286 862.998	0.55696	81.585	0.00092
57	286 829.581	0.55736	81.530	0.00092
58	286 796.139	0.55776	81.475	0.00092
59	286 762.674	0.55817	81.420	0.00092
22 00	286 729.184		81.364	



METERS



CAPITULO V

**EJEMPLO DE APLICACION
MEDIANTE UN SISTEMA CON
USO DE EQUIPO DE COMPUTO
ELECTRONICO**

CAPITULO V

EJEMPLO DE APLICACION MEDIANTE UN SISTEMA CON USO DE EQUIPO DE COMPUTO ELECTRONICO

5.1.- OBJETIVO.

El siguiente programa de computación tiene como objetivo encontrar las coordenadas geográficas de cada uno de los puntos que delimitan a cada uno de los planos expresados mediante su clave correspondiente y por otra parte, una vez conocidas dichas coordenadas, transformarlas a coordenadas U.T.M. lo que se logra en la segunda parte del programa.

En la segunda parte del programa, el uso de tablas para encontrar las coordenadas U.T.M. a partir de las coordenadas geográficas ha sido sustituido por fórmulas que involucran constantes de cálculo, las cuales para todo el territorio mexicano son lo suficientemente precisas:

$$X = \frac{111276.1806 \cos \phi \Delta \lambda}{(1 - 0.0067686579 \operatorname{Sen}^2 \phi)^{1/2}} + \frac{5.649 \cos^3 \phi (\Delta \lambda)^3 (1 - \operatorname{Tan} \phi + 0.006815 \cos^2 \phi)}{(1 - 0.0067686579 \operatorname{Sen}^2 \phi)^{1/2}}$$

$$Y = 6332500.489 (0.0175424766 A - 0.0025601 \operatorname{Sen} 2A + 0.0000027 \operatorname{sen} 4A)$$

$$A = \phi + (0.008761165 \operatorname{Tan} \phi \cos^2 \phi (\Delta \lambda)^2 (1 - 0.0067686579 \operatorname{Sen}^2 \phi))$$

Donde:

ϕ = Latitud en grados del punto a transformar

λ = Longitud en grados del punto a transformar

λ_0 = Longitud en grados del meridiano central correspondiente.

$$\Delta \lambda = \lambda_0 - \lambda$$

XE = Valor de la coordenada X cuando el punto a transformar se encuentra al este del meridiano central correspondiente.

XW = Valor de la coordenada X cuando el punto a transformar se encuentra al oeste del meridiano central correspondiente.

500 000 = Falsa abscisa del meridiano central.

5.2.-DESARROLLO

El programa tiene como datos asignados las claves de los meridianos centrales que quedan comprendidos dentro de la República Mexicana.

Tiene como datos de entrada las claves de los planos de los que se desea conocer sus coordenadas.

Consta de dos partes:

a) Localización de coordenadas geográficas.- Conociendo las características de las zonas que comprende el país y por otra parte la clave del plano para el que se desean conocer las coordenadas; mediante operaciones aritméticas sucesivas se van haciendo las transformaciones necesarias para llegar a conocer las --- coordenadas geográficas del punto NW del plano deseado, las que a su vez se toman como referencia para conocer las de los otros 3 puntos, es decir NE, SW y SE, para cada uno de los cuales se obtiene su longitud y latitud.

b) Localización de coordenadas U.T.M.- Una vez conocidas las coordenadas geográficas, aplicando las fórmulas explicadas al principio del capítulo, se obtiene para cada punto las coordenadas U.T.M.

Cabe recordar que en dichas fórmulas existen parámetros de equivalencia para expresar los resultados en metros.

Una vez conocidas las coordenadas geográficas y U.T.M. se imprimen los resultados obtenidos.

5.3.-EQUIPO DE COMPUTO, LENGUAJE Y ARCHIVOS UTILIZADOS

a) Equipo.- Se utilizó el equipo de cómputo de la Dirección General de Organización y Sistemas de la-

Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología que es una máquina IBM - 4341 con 2000 Megabytes de memoria en disco, - así como una impresora de 2000 líneas de impresión por minuto.

El programa fue desarrollado a través de una terminal - utilizando el sistema T.S.O. (Time Sharing Option: Opción de tiempo compartido), que permite un considerable ahorro de tiempo en el proceso de datos y da al usuario - la oportunidad de conocer en muy poco tiempo los resultados del mismo.

b) Lenguaje.- El lenguaje utilizado en este programa fue el FORTRAN II, que lógicamente forma parte del soporte del de cómputo descrito anteriormente.

c) Archivos.- El archivo de entrada es generado a través de la terminal y almacenado en una área en disco magnético. (Se debe recordar que los datos de entrada ocupan un mínimo de posiciones, puesto que son las claves de los planos tienen una longitud de 8 posiciones).

La salida del programa puede presentarse por medio de un listado utilizando alguna de las dos impresoras con -- que cuenta el equipo, o bien puede hacerse a través de la terminal en la que también pueden consultarse los resultados.

5.4.- DIAGRAMA DE FLUJO Y PROGRAMA FUENTE

La lógica del programa, expresada mediante su diagrama de flujo básicamente es la siguiente:

- a) Leer la clave correspondiente a un plano del que se -
desean conocer las coordenadas geográficas y las coor-
denadas U.T.M.
- b) Verificar que la clave del plano corresponda a algún-
lugar de la República Mexicana.
- c) Localizar el meridiano central en que queda compendi-
do el plano requerido y calcular las coordenadas geo-
gráficas de su punto NW.
- d) En base al meridiano central, calcular las coordena--
das geográficas del punto NW de el cuadro resultante-
de dividir la zona del meridiano central en cuatro --
partes, en el que además queda comprendido el plano.
- e) Calcular en base al resultado anterior las coordena--
das geográficas del punto NW del cuadro resultante de
dividir el anterior en 72 partes (Disposición matri-
cial de 9×8).
- f) Calcular en base al anterior las coordenadas g eográfi-
cas del punto NW del cuadro resultante de dividir el-
el mismo en 30 partes (6×5) obteniendo así las coor-
denadas geográficas del punto NW del plano en cues --
tión.
- g) Conocido el punto NW, calcular las coordenadas geográ-
ficas de los puntos SE, SW y NE del plano requerido e
imprimir los resultados de esta primera parte del pro-
grama.
- h) Convertir las coordenadas geográficas expresadas en -

grados, minutos y segundos a grados con fracción decimal.

- i) Conociendo las coordenadas en grados con fracción decimal, calcular las coordenadas X y Y de cada uno de los cuatro puntos que delimitan el plano, aplicando las fórmulas correspondientes.
- j) Imprimir los resultados de esta segunda parte.
- k) Regresar a leer la clave de otro plano para repetir el proceso.

DIAGRAMA DE PROCESO

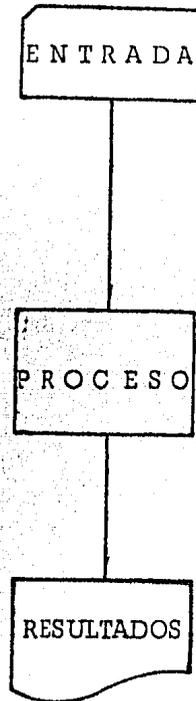
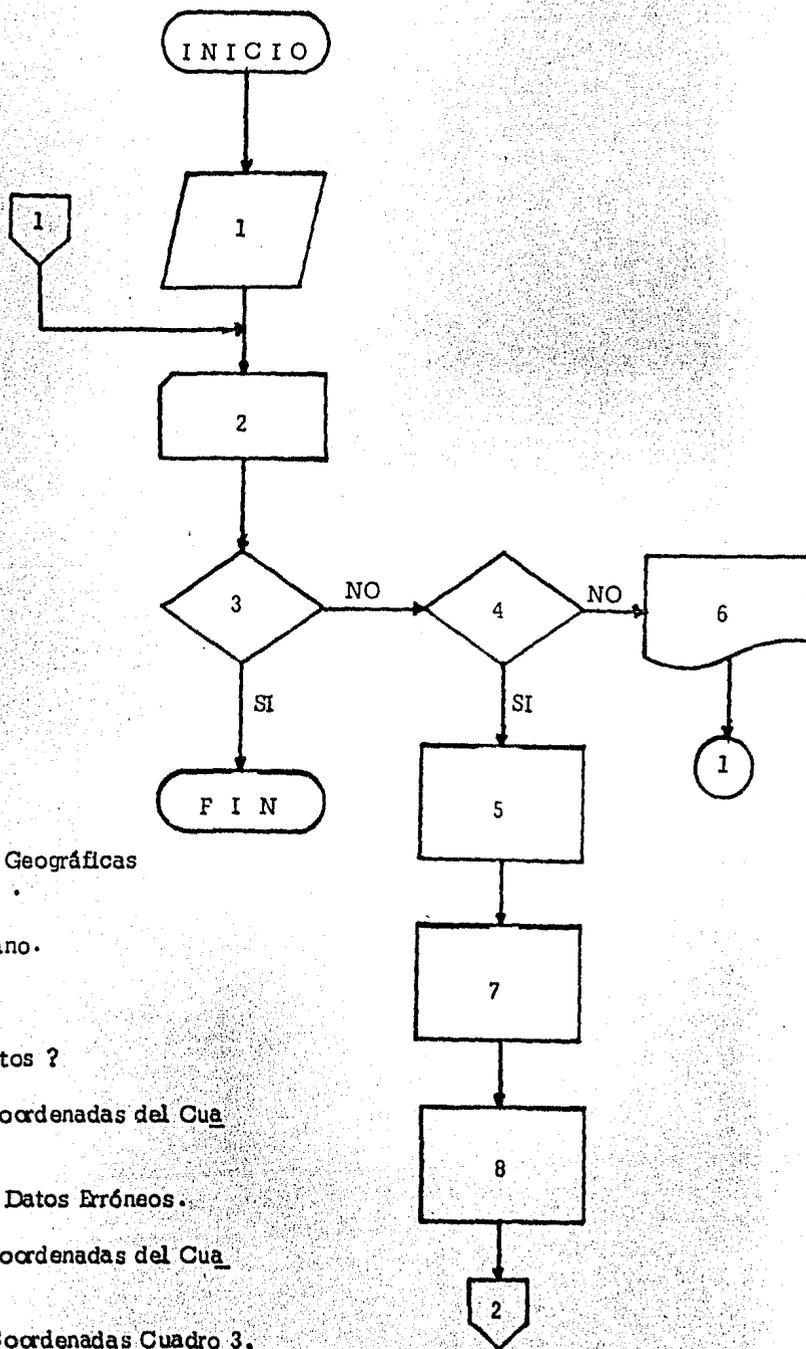
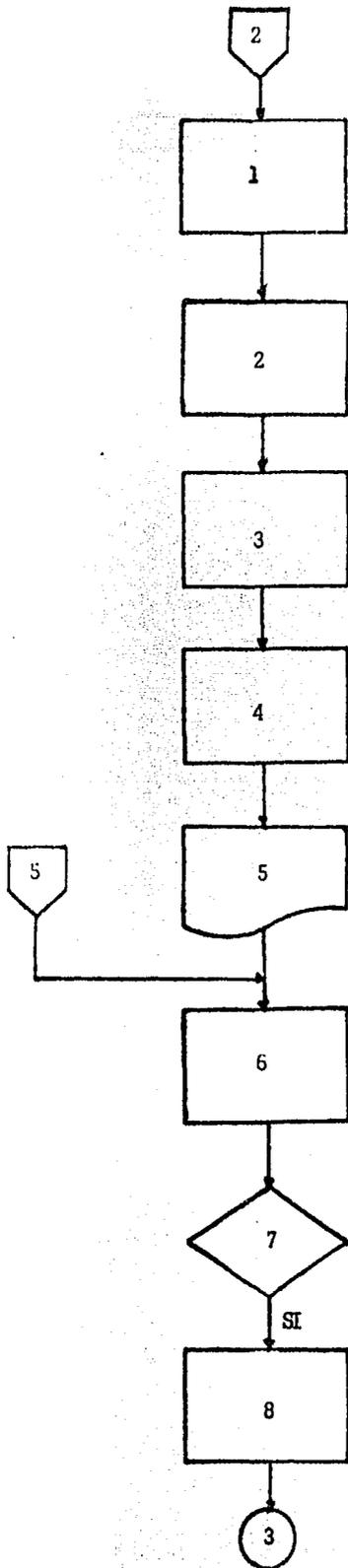


DIAGRAMA DE FLUJO

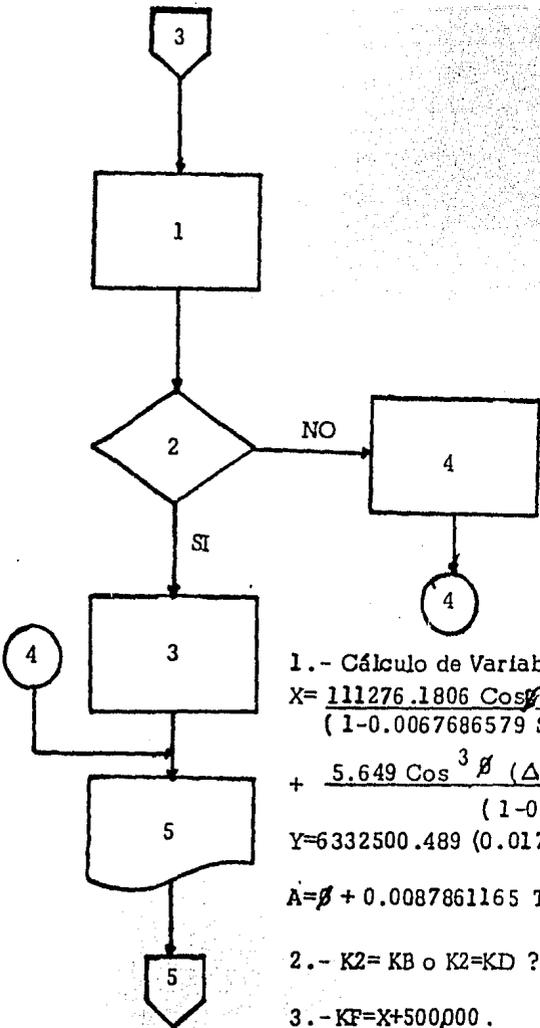


- 1.-Coordenadas Geográficas a cada 6 y 4° .
- 2.-Clave del Plano.
- 3.-Fin ?
- 4.-Datos Correctos ?
- 5.-Cálculo de Coordenadas del Cuadro.1.K=0.
- 6.-Impresión de Datos Erróneos .
- 7.-Cálculo de Coordenadas del Cuadro 2 .
- 8.-Cálculo de Coordenadas Cuadro 3.



1. - Cálculo de Latitud del Cuadro 1.
2. - Cálculo de Longitud del Cuadro 4.
3. - Cálculo de Latitud 2 y 4.
4. - Cálculo de Longitud 3 y 4.
5. - Impresión de Coordenadas Geográficas.
6. - Cálculo de Coordenadas del Meridiano Central .
K=K+1.
7. - K=1
8. - Conversión de Grados, Minutos y Segundos a Grados para Latitud 41.
9. - K=2 ?
10. - Conversión de Grados, Minutos y Segundos a Grados para Latitud 42.
11. K=3 ? .
12. - Conversión de Grados, Minutos y Segundos a Grados para Latitud 43.
13. - K=4 ? .
14. - Conversión de Grados, Minutos y Segundos a Grados para Latitud 44.

2



1.- Cálculo de Variables :

$$X = \frac{111276.1806 \cos^2 \beta (\Delta\lambda)^2}{(1 - 0.0067686579 \sin^2 \beta)^{1/2}}$$

$$+ \frac{5.649 \cos^3 \beta (\Delta\lambda)^3 (1 - \tan^2 \beta + 0.006815 \cos^2 \beta)}{(1 - 0.0067686579 \sin^2 \beta)^{1/2}}$$

$$Y = 6332500.489 (0.0175424666A - 0.0025601 \sin 2A + 0.0000027 \sin 4A)$$

$$A = \beta + 0.0087861165 \tan \beta \cos^2 \beta (\Delta\lambda)^2 (1 - 0.0067686579 \sin^2 \beta)$$

2.- $K2 = KB$ o $K2 = KD$? .

3.- $KF = X + 500,000$.

4.- $XF = -X + 500,000$.

5.- Impresión de los Valores de X y Y.

NOTA ACLARATORIA:

Por una pequeña falla del equipo de impresión de la computadora, en el listado y resultados del programa debe tomarse en cuenta lo siguiente:

Cuando aparezca el signo # deberá leerse como el signo igual (=)

Cuando aparezca el signo % deberá leerse como un paréntesis que se abre, y el signo < como un paréntesis que se cierra.

PROGRAMA FUENTE

①

00JUN 76<

05/560 FORTRAN H EXTENDED

DATE 84.125/1

TIONS NODOCK, NOLIST, OPT400, OBJECT

EFFECT NAME=MAIN, NOOPT, MIZE, LINECOUNT, 75< SIZE=MAX< AUTOBULK=NONE<
SOURCE=F90D10, NOLIST, NODOCK, OBJECT, NODMAP, NOFOR44T, NOGOSTMT, NOXREF, ALC, NOANSF, T

DATA KA, KB, KC, KD, KE, KF, KG, KH/34J,35J,DCJ,3D3,3E3,
-3J,3B3,3H3/

DOUBLE PR=CI:1JN F1,S,R,A,C,Y,RP
DOUBLE PR=CI:1JN ANGRA, FLA4, FLANC, DELTAL
DOUBLE PR=CI:1JN J,H,X,G,P,Z,I,KF

7 READ 35,0,35,3K<1, N1, K2, K2A, K23, K24, K25

8 FORMAT(1A1,13,1A1,411<
IF #N1.GT.15.3<N1.LT.11<66 TO 15
IF #K2A.GT.3<3 TO 15
IF #K23.GT.9<6 TO 15
IF #K3A.GT.9<6 TO 15
IF #K33.GT.9<6 TO 15
K#0

C CUADRO UNO

IF #N1.EQ.11<LON1#120
IF #N1.EQ.12<LON1#114
IF #N1.EQ.13<LON1#108
IF #N1.EQ.14<LON1#102
IF #N1.EQ.15<LON1#96
IF #N1.EQ.16<LON1#90
IF #K1.EQ.K0<LAT1#16
IF #K1.EQ.K1<LAT1#20
IF #K1.EQ.K2<LAT1#24
IF #K1.EQ.K3<LAT1#28
IF #K1.EQ.K4<LAT1#32
IF #K1.EQ.K5<LAT1#36
WRITE(9,9<LON1,LAT1

C 9 FORMAT(20X,3LON1,3,13,3,3 LAT1,3,13<
C CUADRO DOS

IF #K2.EQ.KA<LON2#LON1
IF #K2.EQ.KB<LON2#LON1-3
IF #K2.EQ.KC<LON2#LON1
IF #K2.EQ.KD<LON2#LON1-3
IF #K2.EQ.KA<LAT2#LAT1
IF #K2.EQ.KB<LAT2#LAT1
IF #K2.EQ.KC<LAT2#LAT1-2
IF #K2.EQ.KD<LAT2#LAT1-2
WRITE(9,10<LON2,LAT2

C 10 FORMAT(20X,3LON2,3,13,3,3 LAT2,3,13<
C CUADRO TRES

LON2G#LON2-1
LON2M#50
LAT2G#LAT2-1
LAT2M#60
IF #K23.EQ.1<LON3G#LON2G+1
IF #K23.EQ.1.03.K23.EQ.4.0R.K23.EQ.7<LON3M#0
IF #K23.EQ.2.0R.K23.EQ.5.0R.K23.EQ.8<LON3M#40
IF #K23.EQ.3.0R.K23.EQ.6.0R.K23.EQ.9<LON3M#20
IF #K23.EQ.2.0R.K23.EQ.3.0R.K23.EQ.4<LON3G#LON2G
IF #K23.EQ.5.0R.K23.EQ.6.0R.K23.EQ.7<LON3G#LON2G-1
IF #K23.EQ.3.0R.K23.EQ.9<LON3G#LON2G-2
IF #K2A.EQ.1<LAT3#LAT2G+1
IF #K2A.EQ.2.0R.K2A.EQ.6<LAT3M#45
IF #K2A.EQ.3.0R.K2A.EQ.7<LAT3M#30
IF #K2A.EQ.4.0R.K2A.EQ.8<LAT3M#15
IF #K2A.EQ.1.0R.K2A.EQ.5<LAT3M#0
IF #K2A.EQ.2.0R.K2A.EQ.3.0R.K2A.EQ.4.0R.K2A.EQ.5<LAT3G#LAT2G
IF #K2A.EQ.6.0R.K2A.EQ.7.0R.K2A.EQ.8<LAT3G#LAT2G-1
WRITE(9,11<LON3G,LON3M,LAT3G,LAT3M

C 11 FORMAT(20X,3LON3G,3,13,3,3 LON3M,3,13,3,3 LAT3G,3,13,3,3 LAT3M,3,13<
C CUADRO CUATRO

C LATITUD
LAT4G#LAT3G-1
LAT4M#LAT3M#50
IF #K3A.EQ.1<LAT4M#LAT4M-3#K3A-1<#3<
IF #LAT4M.GE.50<LAT4M#LAT4M+1
IF #LAT4M.GE.60<LAT4M#LAT4M-60
C LONGITUD

```

LON4G#LON3B-1
LON4M#LON4+50
IF#K33.EQ.1<LON4S#0
IF#K33.EQ.2<LON4M#LON4M-4
IF#K33.EQ.3<LON4S+20
IF#K33.EQ.5<LON4M#LON4M-7
IF#K33.EQ.7<LON4S#20
IF#K33.EQ.9<LON4M#LON4M-10
IF#K33.EQ.11<LON4S#0
IF#K33.EQ.13<LON4M#LON4M-14
IF#K33.EQ.15<LON4S#40
IF#K33.EQ.17<LON4M#LON4M-17
IF#K33.EQ.19<LON4S#0
IF#LON4M.EQ.51<LON4G#LON4G+1
IF#LON4M.EQ.60<LON4M#LON4M-60
C COORDENADAS DEL CUADRO CUATRO
LON41G#LON4S
LON41M#LON4M
LON41S#LON4S
LAT41G#LAT4G
LAT41M#LAT4M
LON42G#LON4G
LON42M#LON4M
LON42S#LON4S
LAT42G#LAT4G
LAT42M#LAT4M
C CALCULO DE LAT 2 Y 4
LAT42G#LAT4G-1
LAT42M#LAT4M+60
LAT42M#LAT4M-3
IF#LAT42M.EQ.50<LAT42G#LAT42G+1
IF#LAT42M.EQ.60<LAT42M#LAT42M-60
LAT44G#LAT42G
LAT44M#LAT42M
C CALCULO DE LON 4 Y 3
LON43G#LON41G-1
LON43M#LON41M+59
LON43S#LON41S+50
LON43M#LON43M-3
LON43S#LON43S-20
IF#LON43S.EQ.60<LON43M#LON43M+1
IF#LON43S.EQ.60<LON43S#LON43S-60
IF#LON43M.EQ.60<LON43G#LON43G+1
IF#LON43M.EQ.60<LON43M#LON43M-60
LON44G#LON43S
LON44M#LON43M
LON44S#LON43S
C IMPRESION
WRITE(6,3<<K1,N1,K2,K2A,K2B,K3A,K3B,LON41G,LON41M,LON41S,LAT41G,
-LAT41M,LON43G,LON43M,LON43S,LAT43G,LAT43M,LON42G,LON42M,LON42S,
-LAT42G,LAT42M,
-LON44S,LAT44G,LAT44M
3 FORMAT(//,25X,2CLAVE @,1A1,I2,1A1,4I1,/,5X,
-@LON NW @,I3,1X,I2,1X,I2,3X,
-@LAT NW @,I3,1X,I2,5X,
-@LON NE @,I3,1X,I2,1X,I2,3X,
-@LAT NE @,I3,1X,I2,5X,/,5X,
-@LON SW @,I3,1X,I2,1X,I2,3X,
-@LAT SW @,I3,1X,I2,5X,
-@LON SE @,I3,1X,I2,1X,I2,3X,
-@LAT SE @,I3,1X,I2<
C
C SEGUNDA PARTE
C MERIDIANO CENTRAL
IF#N1.EQ.11<FLAMC#117.
IF#N1.EQ.12<FLAMC#111.
IF#N1.EQ.13<FLAMC#105.
IF#N1.EQ.14<FLAMC#99.
IF#N1.EQ.15<FLAMC#93.
IF#N1.EQ.16<FLAMC#87.
C
WRITE(6,301<FLAMC
501 FORMAT(//,5X,3FLAMC#@,F8.3<
201 K#K+1

```


LEVEL 2.3.0 JUNE 78K MAIN 007360 FORTRAN H EXTENDED
ISN 0261 END

*OPTIONS IN EFFECT+NAME MAIN NOOPTIMIZE LINECOUNT 75K SIZE MAX AUTO DEL ONE K
*OPTIONS IN EFFECT+SOURCE+SOURCE NO LIST NO CHECK OBJECT+MAP NO FORMAT NO JSIMI NO K
STATISTICS SOURCE STATEMENTS 7 250, PROGRAM SIZE 4 5480, SUBPROGRAM 0
STATISTICS NO DIAGNOSTICS GENERATED
***** END OF COMPIATION ***** 108K BYTES

05/880 FORTRAN H EXTENDED DATE 84.125/1

NOBACK, NOLIST, OPTSOCK, SUBJECT
EFFECT *ANALYZE MAXC NOOPTIMIZE LINECOUNTS7K SIZE*MAXC AUTOOBL*NDWEK
SOURCE ESSENTIAL NOLIST NOBACK SUBJECT NMAP NOFORMAT NOGOSTMT NOAREF ALC NOANSF T

FUNCTION, ANGRA, KAK
SOURCE, 24, 1984, 11, ANGRA
ANALYZE, 2/27, 2/25, 77, 31
KATOKN
END

EFFECT *NAME* CHINK NOOPTIMIZE LINECOUNTS7K SIZE*MAXC AUTOOBL*NDWEK

EFFECT *SOURCE* ESSENTIAL NOLIST NOBACK SUBJECT NMAP NOFORMAT NOGOSTMT NOXREF ALC NOANSF T

SOURCE STATEMENTS * 0, PROGRAM SIZE # 224, SUBPROGRAM NAME, ANGRA

NO DIAGNOSTICS GENERATED

COMPILATION *****

148K BYTES OF CORE NOT USED

NO DIAGNOSTICS THIS STEP

LON NW 97 43 20	CLAVE F1403-40	LON NE 97 40 0	LAT NE 21 11
LON SW 97 43 20	LAT NW 21 21	LON SE 97 40 0	LAT SE 21 11

PUNTO NW
X# 632492.000000

Y# 2361320.27041

RESULTADOS OBTENIDOS
TAMBIEN POR EL METODO
TRADICIONAL.

PUNTO SW
X# 632497.000000

Y# 2361320.27041

PUNTO NE
X# 633111.330000

Y# 2361364.251365

PUNTO SE
X# 638038.630000

Y# 2361329.190294

LON NW 97 43 20	CLAVE F1403-40	LON NE 97 40 0	LAT NE 21 11
LON SW 97 43 20	LAT NW 21 21	LON SE 97 40 0	LAT SE 21 11

PUNTO NW
X# 632497.000000

Y# 2361361.407641

PUNTO SW
X# 632541.900000

Y# 2361370.475039

PUNTO NE
X# 638258.630000

Y# 2361329.190294

PUNTO SE
X# 638305.430000

Y# 2361374.170332

LON NW 111 0 0	CLAVE H1204151	LON NE 110 56 40	LAT NE 29 9
LON SW 111 0 0	LAT NW 29 9	LON SE 110 56 40	LAT SE 29 9

PUNTO NW
X# 500000.000000

Y# 3224425.961742

PUNTO SW
X# 500000.000000

Y# 3218887.150027

PUNTO NE
X# 505405.033455

Y# 3224425.230556

PUNTO SE
X# 505407.648675

Y# 3218888.431442

LON NW 110 53 20	CLAVE H1204152	LON NE 110 53 0	LAT NE 29 9
LON SW 110 53 20	LAT NW 29 9	LON SE 110 53 0	LAT SE 29 9

PUNTO NW
X# 505945.240087

Y# 3224425.500511

PUNTO SW
X# 505945.110030

Y# 3213033.597123

PUNTO NE

X# 511347.308493 Y# 3218492.589175

PUNTO SE

X# 511352.796873 Y# 3218492.777372

CLAVE H1204141
LON NW 111 0 0 LAT NW 29 3 LON NE 110 55 40 LAT NE 29 3
LON SW 111 0 0 LAT SW 29 3 LON SE 110 55 40 LAT SE 29 3

PUNTO NW

X# 500000.000000 Y# 3218487.156027

PUNTO SW

X# 500000.000000 Y# 3213347.392103

PUNTO NE

X# 500+07.648873 Y# 3218488.431442

PUNTO SE

X# 500+10.259773 Y# 3213348.666132

CLAVE H1204142
LON NW 110 55 20 LAT NW 29 3 LON NE 110 55 0 LAT NE 29 6
LON SW 110 55 20 LAT SW 29 3 LON SE 110 55 0 LAT SE 29 3

PUNTO NW

X# 505948.116585 Y# 3218293.599125

PUNTO SW

X# 505950.938755 Y# 3213348.933525

PUNTO NE

X# 511352.796873 Y# 3218592.777372

PUNTO SE

X# 511353.280623 Y# 3213353.007342

CLAVE H1204151
LON NW 111 0 0 LAT NW 29 3 LON NE 110 56 40 LAT NE 29 3
LON SW 111 0 0 LAT SW 29 3 LON SE 110 56 40 LAT SE 29 0

PUNTO NW

X# 500000.000000 Y# 3213347.392103

PUNTO SW

X# 500000.000000 Y# 3207309.360402

PUNTO NE

X# 500+10.259773 Y# 3213348.666132

PUNTO SE

X# 500+12.365967 Y# 3207310.633042

CLAVE H1204152
LON NW 110 55 20 LAT NW 29 3 LON NE 110 53 0 LAT NE 29 3
LON SW 110 55 20 LAT SW 29 3 LON SE 110 53 0 LAT SE 29 0

PUNTO NW

CLAVE E1407453
LON NW 97 53 20 LAT NW 16 15 LON NE 97 50 0 LAT NE 16 15
LON SW 97 53 20 LAT SW 15 15 LON SE 97 50 0 LAT SE 16 15

PUNTO NW

X# 618703.855324 Y# 1302331.757625

PUNTO SW

X# 618738.914040 Y# 1796601.666745

PUNTO NE

X# 624345.140314 Y# 1302354.869300

PUNTO SE

X# 624576.702921 Y# 1796334.686873

CLAVE E1407454
LON NW 97 50 0 LAT NW 16 13 LON NE 97 48 40 LAT NE 16 13
LON SW 97 50 0 LAT SW 15 13 LON SE 97 48 40 LAT SE 16 13

PUNTO NW

X# 624645.140314 Y# 1302364.869600

PUNTO SW

X# 624576.702921 Y# 1796334.686873

PUNTO NE

X# 630531.525000 Y# 1302399.597465

PUNTO SE

X# 630614.591333 Y# 1796359.321975

CLAVE E1423343
LON NW 98 13 20 LAT NW 19 21 LON NE 98 10 0 LAT NE 19 21
LON SW 98 13 20 LAT SW 19 19 LON SE 98 10 0 LAT SE 19 19

PUNTO NW

X# 581692.431440 Y# 2139509.459770

PUNTO SW

X# 581717.309058 Y# 2134073.422355

PUNTO NE

X# 587523.053563 Y# 2139536.642955

PUNTO SE

X# 587554.637286 Y# 2134103.546249

CLAVE E1453342
LON NW 98 15 20 LAT NW 19 21 LON NE 98 13 0 LAT NE 19 21
LON SW 98 15 20 LAT SW 19 19 LON SE 98 13 0 LAT SE 19 19

PUNTO NW

X# 570440.300995 Y# 2139531.597117

PUNTO SW

X# 570463.560144 Y# 2134053.609553

PUNTO NE

X# 532175.048800 Y# 2139612.063008

X# 505950.938750 Y# 3213348.433525
 PUNTO SW
 X# 505953.855422 Y# 3207310.400143
 PUNTO NE
 X# 511353.290623 Y# 3213353.007342
 PUNTO SE
 X# 511363.752037 Y# 3207314.969519

CLAVE F1304112
 LON NW 104 56 20 LAT NW 21 15 LON NE 104 53 0 LAT NE 21 15
 LON SW 104 56 20 LAT SW 21 12 LON SE 104 53 0 LAT SE 21 12

PUNTO NW
 X# 506342.269313 Y# 2349576.573849
 PUNTO SW
 X# 506344.426690 Y# 2344144.322928
 PUNTO NE
 X# 512105.132555 Y# 2349681.914543
 PUNTO SE
 X# 512109.212331 Y# 2344145.057433

CLAVE F1304113
 LON NW 104 53 20 LAT NW 21 15 LON NE 104 50 0 LAT NE 21 15
 LON SW 104 53 20 LAT SW 21 12 LON SE 104 50 0 LAT SE 21 12

PUNTO NW
 X# 511523.848159 Y# 2349331.499551
 PUNTO SW
 X# 511532.733454 Y# 2344147.643045
 PUNTO NE
 X# 517293.252313 Y# 2349565.563939
 PUNTO SE
 X# 517299.110259 Y# 2344152.698011

CLAVE F1301943
 LON NW 105 13 20 LAT NW 21 51 LON NE 105 10 0 LAT NE 21 51
 LON SW 105 13 20 LAT SW 21 43 LON SE 105 10 0 LAT SE 21 43

PUNTO NW
 X# 477038.452202 Y# 2416097.740486
 PUNTO SW
 X# 477030.472450 Y# 2410363.456527
 PUNTO NE
 X# 433779.247073 Y# 2413090.489910
 PUNTO SE
 X# 432773.262429 Y# 2413026.222217

5.5.- ANALISIS COMPARATIVO

Una de las principales ventajas que se tienen en la actualidad al enfocar los problemas de Ingeniería Civil desde el punto de vista de la Ingeniería de Sistemas es que permite ubicar los problemas en un entorno en el que se consideran todas las posibles variables - que de alguna manera contribuyen a lograr el objetivo del sistema o a su solución.

En esta forma se facilita tener conocimiento de las variables que intervendrán en el sistema y por otra parte se podrán rechazar aquellas que no afecten directamente la solución del mismo.

Desde este punto de vista y considerando algunos -- conceptos desarrollados en el capítulo II referente a los sistemas de información y la Ingeniería Civil, podemos considerar que el programa de computadora formaría un subsistema que quedaría comprendido dentro de un sistema integral referente a la elaboración y aplicaciones de cartas topográficas, ya que al alcanzar su objetivo (Localización de las coordenadas de los vértices de los planos y su transformación a coordenadas U.T.M.) contribuye a lograr parcialmente el objetivo del sistema Elaboración y aplicaciones de cartas topográficas, ya que presenta la ventaja de que facilita posibles modificaciones y adaptaciones y su relación, así como la de los resultados obtenidos con otros subsistemas.

Si por otro lado tenemos la solución tradicional, - encontraremos que es un problema que se resuelve en forma aislada y que posiblemente dificulte la integración de los resultados con otras variables del problema principal, pudiendo provocar duplicidad de esfuerzos y que por otro lado pudieran pasarse por alto algu

nas variables o actividades que pudieran afectar la solución del problema.

En cuanto al procedimiento de solución vemos que el sistema computarizado presenta las siguientes ventajas:

- 1.- Alta velocidad del proceso de datos.
- 2.- Nula posibilidad de errores aritméticos.
- 3.- Precisión en los resultados.
- 4.- Tiempo mínimo de captura de datos.
- 5.- Tiempo mínimo de respuesta.
- 6.- Posibilidad de conocer los resultados en el lugar de la captura de datos a través del uso de terminales.

Lo único que pudiera considerarse como desventaja del sistema computarizado sería el alto costo del uso de equipo electrónico y la necesidad de utilizar personal altamente calificado, pero sin embargo vemos que realmente no existen estos inconvenientes, puesto que el equipo utilizado fue recientemente adquirido en propiedad por la Dirección General de Organización y Sistemas de La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, la que por otro lado cuenta con el personal requerido, por lo que la solución de este problema no representa ninguna inversión especial.

CAPITULO VI

**APLICACION DE RESULTADOS
A PROBLEMAS
DE DESARROLLO URBANO**

CAPITULO VI
APLICACION DE RESULTADOS A PROBLEMAS DE DESARROLLO
URBANO

6.1.- GENERALIDADES

El producto final del sistema son cartas topográficas a escala 1:10,000 y que comprenden 3'20" de longitud y 3' de latitud, por lo que sus aplicaciones en desarrollo urbano son aquellas aplicaciones que pudiera tener dicha carta topográfica.

Es preocupación del gobierno mexicano evitar el crecimiento desordenado y anárquico de las ciudades para evitar en el futuro la existencia de otra Ciudad de México (17 millones de habitantes) en el país. Dentro de las medidas correctivas se pretende buscar lugares que por sus condiciones naturales puedan formar parte de ampliaciones de poblaciones, en forma programada, mediante varias etapas a través del tiempo.

Se recomienda detectar zonas periféricas de baja densidad poblacional donde se realicen obras de infraestructura vial y urbanización (Son las zonas de mayor proximidad a integrarse en la población) en seguida se ven áreas inmediatas no ocupadas y se analizan: Posibilidades de colocar industrias. Posibilidades de llevar obras de infraestructura (Redes de servicios que permitan el funcionamiento adecuado de las actividades urbanas).

El crecimiento de las ciudades debe orientarse hacia aquellos lugares que permitan el mejor aprovechamiento de los recursos naturales de las regiones, procurando evitar daños a la Ecología por una parte y por otra, optimizar los recursos para proporcionar algunos servicios requeridos por la población, donde en la búsqueda de dicha optimización también encuentra aplicaciones la Ingeniería de Sistemas.

Para lograr lo anterior, se encuentran involucradas algunas disciplinas de la Ingeniería Civil, la que a su vez utiliza para varias actividades los resultados obtenidos de nuestro sistema reflejados en cartas topográficas.

Algunas ramas de la Ingeniería Civil que utilizan dichos resultados, así como sus actividades más relevantes referentes a desarrollo urbano son las siguientes:

6.2.- APLICACIONES A SISTEMAS DE TRANSPORTE

Para proyectos de transporte como carreteras y Ferrocarriles que permitan la comunicación entre las poblaciones, este tipo de carta topográfica ayuda al trazo de la ruta preliminar (Conociendo la altimetría y la Planimetría), a localizar los bancos de préstamo para las diferentes capas como base, subrasante, etc. Abastecimiento de materia pétreo para el asfalto o el balasto según sea el caso. Ya sean los proyectos de beneficio socioeconómico, de penetración económica, etc.

Las cartas topográficas dan ideas generales bastante claras de los puntos obligados como poblaciones cercanas, ríos, áreas estables, e inclusive dan idea preliminar del procedimiento tentativo para la realización del proyecto.

Para aeropuertos ayuda a la selección de la ubicación óptima: No muy cerca ni muy lejos de la población, libre de obstáculos cercanos como cerros, etc, con buena visibilidad, con buen suelo, etc.

Para proyectos de puertos en caso de poblaciones litorales se puede prediseñar si tendrá que ser artificial o si puede ser natural, el mejor lugar para construirlo, su área de influencia, posible ubicación de escolleras y rompeolas, fondeaderos, canal de acceso, muelles, etc.

6.2.- APLICACIONES EN GEOLOGIA Y GEOTECNIA

Para los expertos en fotogrametría es fácil identi --

car en los fotomapas los tipos de rocas que existen en el área de estudio, por su textura, por su tono de gris (son en blanco y negro, los componentes minerales de las rocas como los feldespatos, el cuarzo, etc. le dan al espécimen un tono de gris característico), por la forma en que escurre el agua de la lluvia o si es infiltrada con mucha facilidad, por su acomodo, por la estructura de las formaciones, por su relación roca-suelo-vegetación, por los tipos de fallas y fracturas que se presentan, etc.

Se pueden detectar entonces también bancos de material para construcción: Para fabricar cemento, para mampostería, para elaboración de agregados, para ornato, etc. También se pueden detectar pozos de agua, manantiales, etc.

Se pueden hacer estimaciones del tipo de suelo según su agente de transporte, según su expansibilidad, según su contenido orgánico, si son colapsables, por el grado de intemperismo e incluso da idea a veces de la resistencia.

6.4.- APLICACIONES EN INGENIERIA SANITARIA Y HIDRAULICA

El hecho de que las cartas contengan altimetría y planimetría permite apreciar en ellas la pendiente para que en caso de ampliación de poblaciones se procuren las pendientes óptimas, tanto para las calles como para las redes de drenaje y abastecimiento de agua potable, no sólo dentro de la población sino desde la fuente, la captación, la conducción, la potabilización, el almacenamiento, la regularización, la distribución, la estación de bombeo (en caso de ser necesaria), la remoción de aguas residuales, el interceptor, el emisor, la planta de tratamiento de aguas negras y el desfogue.

También da una idea del espectro ecológico, afectaciones por contaminación de ríos, etc.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

CAPITULO VII CONCLUSIONES

1.- Es conveniente enfocar los problemas que la Ingeniería Civil enfrenta en la actualidad desde el punto de vista de la Ingeniería de Sistemas, ya que por una parte permite llegar a la solución óptima de los problemas y por otra permite identificar las variables que intervendrán en el sistema la relación que guardan unas con otras, así como rechazar a aquellas que no intervienen directamente en la solución de los mismos.

2.- Se recomienda, en la medida que los recursos de las empresas lo permitan, el uso de equipos de cómputo electrónico para la solución de la parte aritmética del problema y para almacenar y procesar la información, ya que por sus características presentan grandes ventajas, aumentando esta tendencia en el futuro.

3.- Desde el punto de vista de Sistemas se están coordinando esfuerzos de la Dirección General de Organización y Sistemas en lo referente al subsistema de obtención de coordenadas geográficas y U.T.M. y los de la Dirección General de Desarrollo Urbano al utilizar dichos resultados en la elaboración de las cartas topográficas (Ambas dependencias de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología).

4.- Las aplicaciones del trabajo elaborado, aún cuando comprenden varias ramas de la Ingeniería Civil se encuentran integrados en un sistema de Desarrollo Urbano.

5.- El trabajo desarrollado con el equipo de cómputo ha sido grabado en disco magnético por lo que queda como antecedente, para ser perfeccionado e integrado a otros posibles sistemas en el futuro.

BIBLIOGRAFIA

- INTRODUCCION A LA INFORMATICA
José Luis Mora y Enzo Molino.
- Revista "INGENIERIA" Vol. I 1983
"Importancia de la Ingeniería de Sistemas"
Ing. Abraham Ramírez Sabag.
- MANUAL DE FOTOINTERPRETACION URBANA
Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.
- UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR GRID
Corp of Engineers, Departament of Army. U.S.A.
- LA FOTOGRAFIA APLICADA A LA ELABORACION DE CARTOGRAFIA
BASE PARA LOS PLANES DE DESARROLLO URBANO DE CENTROS DE
POBLACION
Tesis Profesional
Ing. Delia Moreno Ayala.

GRAF TESIS

Arquitectura No. 41. Tels. 658-70-33.
Ciudad Universitaria 658-70-64.