



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS



"ACTUALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS ESCALA 1:250 000 SERIE II"

INFORME ACADÉMICO QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE: LICENCIADO EN GEOGRAFÍA PRESENTA: GUSTAVO HERNÁNDEZ BORTOLINI



ASESOR: MTRO. P. GERARDO GONZALEZ RAMIREZ

MEXICO, D.F.



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS COLEGIO DE GEOGRAFÍA

2002

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

ÍNDICE

	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	
BOSQUEJO HISTÓRICO DEL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI) Y DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE GEOGRAFÍA (D.G.G).	4
CAPÍTULO 2	
MI EXPERIENCIA PROFESIONAL EN EL INEGI	24
2.1 MI INGRESO AL INEGI	24
	36
CAPÍTULO 3	
MI PARTICIPACIÓN EN LA ACTUALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS ESCALA 1:250 000.	36
2.2 ANTECEDENTES: CARTOGRAFÍA HIDROLÓGICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS ESCALA 1:250 000 SERIE I.	36
2.3 ACTUALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA HIDROLÓGICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS ESCALA 1:250 000 SERIE II	50
CONCLUSIONES	88
BIBLIOGRAFÍA	95

A LA ESCUELA

A la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme la oportunidad de ser un geógrafo y un ser humano crítico.

A MI PADRES

Por ser el principal pilar de mi lucha por la vida por que comparten conmigo la dicha de alcanzar una de las metas más importantes en mi formación profesional. A quienes agradezco profundamente el apoyo incondicional que me brindan día a día y que se convierte en mi más grande herencia.

Por todo; gracias por siempre. Gustavo.

Muy especial le doy las gracias a **MI MADRE** por ser la mejor Mamá del mundo.

A ARACELI

Por ser el más importante motor para mi formación, por estar siempre conmigo, por su apoyo, confianza y amor constante siempre jamás, gracias. Te amo

A MIS HERMANOS

Por el apoyo, confianza y amor que me han brindado siempre, en esta lucha por mejorar, y en especial por facilitarme la obtención de este gran logro. Gracias a todos. Especialmente a **mi Coma, mi Mora y mi Piero.**

A MIS SOBRINOS

Les doy las gracias a todos por ser motivo de lucha constante, en especial a César por Ser

A MIS AMIGOS

Que con su "**amistad**", cariño y comprensión me han dado la confianza para ver siempre hacia delante: Marcos, Juan y Paco

IN MEMORIAM A MI TIA MARY

Por tu valioso legado, muestra de tu gran bondad, y por que en donde quiera que te encuentres disfrutes como yo de este logro.

A LA ESCUELA

A la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme la oportunidad de ser un geógrafo y un ser humano crítico.

A MI PADRES

Por ser el principal pilar de mi lucha por la vida por que comparten conmigo la dicha de alcanzar una de las metas más importantes en mi formación profesional. A quienes agradezco profundamente el apoyo incondicional que me brindan día a día y que se convierte en mi más grande herencia.

Por todo; gracias por siempre. Gustavo.

Muy especial le doy las gracias a **MI MADRE** por ser la mejor Mamá del mundo.

A ARACELI

Por ser el más importante motor para mi formación, por estar siempre conmigo, por su apoyo, confianza y amor constante siempre jamás, gracias. Te amo

A MIS HERMANOS

Por el apoyo, confianza y amor que me han brindado siempre, en esta lucha por mejorar, y en especial por facilitarme la obtención de este gran logro. Gracias a todos.

Especialmente a mi Coma, mi Mora y mi Piero.

A MIS SOBRINOS

Les doy las gracias a todos por ser motivo de lucha constante, en especial a César por Ser

A MIS AMIGOS

Que con su "amistad", cariño y comprensión me han dado la confianza para ver siempre hacia delante: Marcos, Juan y Paco

A MIS COMPAÑEROS

Por el apoyo, dedicación y tenacidad para hacer de mi un gran profesionalista dentro y fuera de INEGI, agradezco profundamente a mis compañeros y amigos **Jorge, Gerardo y Chela**. Por la ayuda, tiempo y dedicación que me dieron para ser posible la realización de este trabajo. Gracias. Vicky, Caro y Lila.
Especialmente agradezco todo el apoyo de siempre al Biólogo Jorge R. Gimete Leyva.

INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) es un organismo perteneciente al gobierno federal, que tiene como responsabilidad la integración de los sistemas de información estadística y geográfica de nuestro país; además de promover y orientar el desarrollo informático en México.¹

Este reporte de experiencia profesional, ejercida precisamente en el INEGI, permitirá conocer los antecedentes de esta institución, su estructura organizacional, en general, así como de la Dirección General de Geografía (D.G.G.). También los principales programas y proyectos tanto a nivel regional como nacional: asimismo una reseña del programa de modernización institucional para cumplir con un mejor servicio de información Estadística y Geográfica.

Se muestra ampliamente el proceso de actualización de la cartografía, principalmente en el área temática. Un ejemplo de esto es la implementación e incorporación del material cartográfico digital al Sistema Nacional de Información Geográfica del INEGI y la generación de nuevos productos cartográficos en formato digital, para sus aplicaciones en ambiente SIG.

Considero importante señalar que opté por titularme mediante la presentación de un informe de experiencia profesional porque después de trabajar cotidianamente en la generación de cartografía hidrológica de aguas subterráneas y algunos otros productos temáticos, así como mantenerme en una actualización geohidrológica permanente durante los últimos ocho años de mi vida, tengo los argumentos necesarios para exponer desde una

¹ Modernización del INEGI. 1994.

perspectiva geográfica la importancia de conocer algunas características del agua subterránea. Al mismo tiempo el manejar en forma detallada la metodología para la generación de cartografía hidrológica de aguas subterráneas y los principales conceptos cartográficos, así como los modernos métodos de representación (Cartografía automatizada y SIG), son conjuntamente lo que me inclinaron por presentar el siguiente informe, que me permite difundir entre la comunidad geográfica la importancia que tiene, en nuestro país, la distribución espacial del vital líquido.

Por otra parte me parece importante señalar que la experiencia de participar en el INEGI en la generación de cartografía de aguas subterráneas y algunos otros productos hidrológicos, es para mí, desde el punto de vista profesional, una experiencia invaluable, pues me ha permitido conocer ampliamente la geohidrología de México, tanto en campo como en gabinete y con una perspectiva geográfica he podido conocer y entender más y mejor la dinámica del espacio geohidrológico, así como la importancia del agua subterránea para el desarrollo del hombre y de México.

Personalmente la participación como geógrafo en estos productos del INEGI, y la capacitación permanente, me han permitido ampliar mis conocimientos para poder definir y entender mejor entre otras cosas: el objeto de estudio de la geografía; la importancia de que geógrafos participen activamente en estos y otros muchos proyectos que son desde luego eminentemente geográficos; no permitir que otros profesionales sean los únicos en participar, pues no tengo la menor duda, porque mi experiencia me lo avala, que la participación de geógrafos es muy valiosa e importante. Reconocido esto en los grupos multidisciplinarios en los que he participado al momento de trabajar en diversos proyectos hidrológicos o en la intervención de diversos cursos y diplomados en donde comúnmente participan diversos profesionistas.

El presente informe de actividad profesional, por su naturaleza contará entre sus líneas con una descripción genérica de lo que es el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) y la Dirección General de Geografía (D.G.G.), producen en materia de cartografía de aguas subterráneas. Se encontrará también, en forma detallada, cuál es mi experiencia profesional dentro del INEGI, ya que menciono la capacitación específica que recibí para realizar adecuadamente la generación de cartografía de aguas subterráneas: describo la metodología de actualización de la cartografía, con la idea de mostrar cuales son las características específicas del trabajo profesional que mayormente realizo en forma cotidiana en cada carta o conjunto de datos que me es asignada por actualizar; menciono también cuál ha sido mi participación genérica en este proceso de actualización metodológica, sin olvidar cuál es el antecedente de este proceso de actualización describiendo la metodología empleada en la serie I, con el propósito de marcar las diferencias y aportes con respecto a la serie II, que es en donde personalmente he participado y desde luego lo que domino.

Finalmente se encontrarán las conclusiones que se refieren tanto a la cartografía como a mi experiencia profesional, pues considero que tienen ambos gran importancia para el presente trabajo.

CAPÍTULO 1

BOSQUEJO HISTÓRICO DEL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI) Y DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE GEOGRAFÍA (D.G.G.)

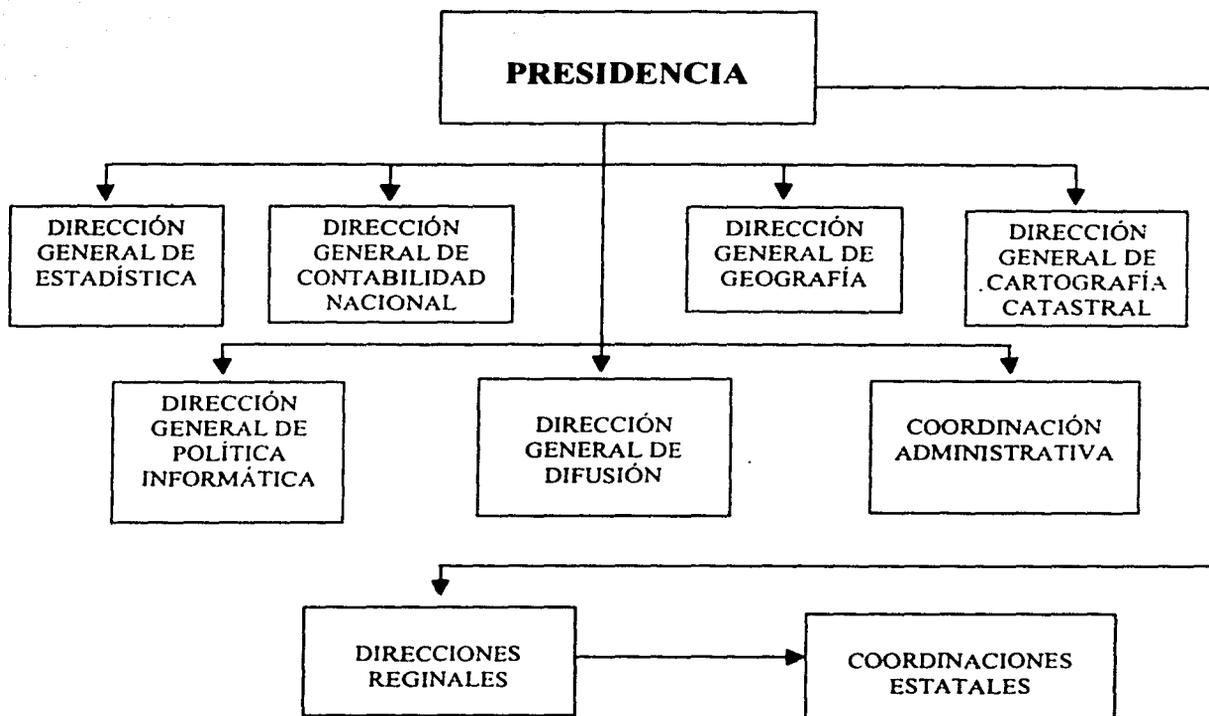
Como respuesta a los requerimientos de información, por parte de una sociedad cada vez más dinámica, compleja y en constante proceso de transformación, el Gobierno de la República, después de un mayúsculo análisis de las diferentes áreas a nivel federal encargadas de generar información estadística y geográfica, y como respuesta a los requerimientos de información de la sociedad, decidió la creación del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) el 25 de enero de 1983.

El soporte legal para la creación de dicho Instituto tiene sus antecedentes en diciembre de 1980 cuando se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Ley de Información Estadística y Geográfica. Esta ley tiene como finalidad regular lo concerniente a los Sistemas Nacionales de Estadística y de información Geográfica. En ella se establece que la función de generar la información estadística y geográfica sería competencia de un órgano desconcentrado de la entonces Secretaría de Programación y Presupuesto, denominándose a dicha instancia el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Por sus funciones este instituto cuenta con una estructura flexible y funcional con atribuciones que le permiten hacer frente a la demanda, cada vez más fuerte, de información para el desarrollo integral de nuestro país.

En 1992 la Ley de Información Estadística y Geográfica sufre algunas modificaciones, como resultado de la desaparición de la Secretaría de Programación y Presupuesto, pasando el Instituto (INEGI) a formar parte de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

El INEGI cuenta con una estructura central de 7 Direcciones Generales; de las cuales dos producen información estadística sobre aspectos sociales, demográficos y económicos; dos más producen información geográfica especial, ecológica y territorial; una está encargada de marcar los lineamientos de la política informática; una más tiene como responsabilidad la difusión institucional y finalmente una encargada de todos los aspectos de tipo administrativo. Al mismo tiempo el INEGI cuenta con 10 Direcciones Regionales y 32 Coordinaciones Estatales que le permiten monitorear y satisfacer las demandas regionales de información en todo lo ancho y largo del país.

Las diferentes Direcciones Generales que conforman el INEGI tienen distintas funciones, de las cuales se presenta una breve descripción:



Dirección General de Estadística:

Está encargada de generar toda la información de estadística básica del país, mediante el levantamiento de los diversos censos nacionales, la realización de una gran variedad de encuestas por muestreo y la utilización de registros administrativos a nivel nacional.

Los Censos de Población y Vivienda así como los Censos Económicos se realizan cada cinco años, los Censos de Población y Vivienda se realizan formalmente cada diez años, sin embargo se dice que cada cinco porque en el intervalo se realiza lo que se conoce como un Conteo sólo de población. Otro tipo de Censos como los de tipo Agropecuario se realizan también cada diez años.

Asimismo, dentro de esta Dirección se realizan, permanentemente, como parte de las estadísticas vitales, una gran variedad de encuestas sobre diversos aspectos de la vida nacional, tales como el sociodemográfico y económico, principalmente. Los censos y las encuestas son efectuadas por personal del INEGI altamente capacitado para desarrollar adecuadamente su trabajo.

En esta área del Instituto se realiza una amplia y rigurosa utilización de múltiples registros administrativos, como los relativos a los diversos flujos comerciales internos y externos del país, así como los que corresponden a los hechos vitales del país (nacimientos, defunciones, matrimonios y divorcios, por ejemplificar algunos), para así generar información estadística de manera continua.

Dirección General de Contabilidad Nacional

Está íntimamente relacionada con la Dirección General de Estadística debido a que maneja gran parte de la información básica para integrarla y procesarla dentro de una normatividad y un marco conceptual bien definido para generar estadísticas derivadas sobre los principales aspectos sociales y económicos del país. Entre estas destaca el Sistema Nacional de Cuentas Nacionales, dentro del cual se generan diversos indicadores, como el Producto Interno Bruto trimestral. Éste es uno de los indicadores que se difunden con mayor rapidez, a sólo 45 días de terminado el periodo de referencia.

Así, conjuntamente, estas dos importantes áreas del INEGI son las encargadas de generar y difundir gran cantidad de información sobre los principales aspectos sociales, económicos y demográficos del país, para también coordinar el Sistema Nacional de Información Estadística de México. (SNIE).

Dirección General de Geografía.

Ésta es el área dentro del INEGI que tiene la responsabilidad en cuanto a la producción cartográfica de los recursos naturales del país. La D.G.G. se encarga fundamentalmente de generar información sobre el medio físico, recursos naturales, infraestructura social y del territorio. Para generar esta clase de información el Instituto utiliza fotografías aéreas, imágenes de satélite y realiza trabajos de campo, para el sustento de la información que se representa en la cartografía, aunado esto a trabajos especializados de interpretación y análisis de información geográfica. También, la D.G.G., tiene la responsabilidad de coordinar el Sistema Nacional de Información Geográfica de México (SNIG).

El amplio acervo cartográfico con que cuenta el INEGI, lo ha desarrollado a lo largo de más de 30 años, basado principalmente, tanto en la Cartografía Básica, que incluye aspectos de hidrografía, altimetría, infraestructura de comunicaciones, ductos y asentamientos humanos entre muchos otros, como la Cartografía Temática, con tópicos como el suelo, agua, roca, vegetación y clima, entre las más importantes. Estos tópicos, de acuerdo con su complejidad y manejo, son representados en diferentes escalas métricas.

Dirección General de Cartografía Catastral.

Tiene como objetivo principal realizar el catastro para poder otorgar títulos a los propietarios en 102 millones de hectáreas, superficie que equivale a un poco más del 50% del total del territorio nacional.

Además, genera los planos para que puedan ser escrituradas en propiedad 4.3 millones de viviendas, las cuales representan cerca del 25% de las que existen en el país. Insumo

fundamental para el desarrollo de esta tarea es la utilización de un sistema de posicionamiento global (G.P.S.) que permite la obtención de coordenadas geográficas con alta precisión vía satélite, así como distanciómetros electrónicos y estaciones totales de medición.

Dirección General de Política Informática

Ésta Dirección tiene como responsabilidad integrar y dar seguimiento al Programa de Desarrollo Informático del País, por lo que está encargada de fomentar e impulsar la implementación y el uso de la informática entre los diversos sectores productivos, en todos los niveles. como el federal, estatal y municipal; al mismo tiempo está encargada de brindar el apoyo informático a todas las áreas restantes que conforman el Instituto.

Dirección General de Difusión

Por el número de publicaciones que genera el INEGI, la difusión de éstas y de las diferentes actividades que aquí se realizan, tienen alta prioridad. Por lo tanto a esta área se le ha otorgado el mismo nivel jerárquico que las que están encargadas de generar información. Sus principales funciones son las de atender a todos y cada uno de los usuarios de la información generada por el INEGI, la divulgación institucional y la producción editorial.

Coordinación Administrativa.

Esta área está encargada de administrar todos los recursos con que cuenta el INEGI, tales como los humanos, financieros y materiales que requiere para desempeñar sus funciones.

Para resaltar su importancia al interior del INEGI, cabe señalar que en los últimos 10 años se han contratado a poco más de un millón y medio de personas para las actividades del levantamientos censales. Esta coordinación tiene otra importante responsabilidad en el Instituto: promover la formación técnica y profesional de los trabajadores, así como coordinar el programa de relaciones e intercambio internacional del INEGI. Además, tiene bajo su responsabilidad el sustento jurídico y diversos asuntos que se le relacionan.

Con esta breve descripción de las diferentes áreas que conforman el INEGI, así como sus competencias, se advierte que el Instituto, con la estructura que presenta, genera una diversidad de actividades de producción, tales como: información de estadística básica; para posteriormente generar estadísticas derivadas; integración del sistema de contabilidad nacional; obtención y generación de información del territorio nacional, a través del área de geografía, encargada de proporcionar la cartografía básica y temática; la producción de catastros para titular tierras; el impulso permanente al uso y manejo de la información estadística y geográfica generada por el INEGI; la divulgación de los productos y servicios institucionales.

El INEGI ha pretendido que con esta estructura sea posible la generación de información estadística y geográfica, con el fin de que sirva de sustento en todos los niveles de aplicación, para la toma de decisiones y la planeación de los diferentes sectores del país.

Lo que hoy se conoce como D.G.G. tiene sus antecedentes más remotos en el año de 1961 cuando se promovió la idea de realizar diversos estudios y levantamientos que los diferentes sectores de la sociedad e instancias del gobierno requerían para apoyar el desarrollo nacional y la planeación de programas bajo una perspectiva geográfica integral, para evitar con esto también la duplicidad de esfuerzos, falta de uniformidad y coordinar correctamente los distintos trabajos geográficos y cartográficos de aquellas fechas.

Con estos objetivos, se esbozó un plan para que por medio de técnicas de fotointerpretación se levantara el inventario de los recursos naturales del país, se pretendió que los resultados del inventario pudieran ser implementados en los nuevos proyectos de infraestructura, en las diversas actividades productivas y la planeación económica del país.

Para finales de 1963, se añadió al proyecto inicial una técnica más, la fotogrametría, con la que se realizó el levantamiento topográfico del país como un elemento básico para ubicar en forma más precisa los rasgos físicos y sociales.

En el año de 1965, la Secretaría de Recursos Hidráulicos convocó a una reunión con técnicos de la iniciativa privada y empleados federales especialistas en el tema, para realizar el levantamiento cartográfico hidrológico del país, mismo que no se pudo concretar.

Para 1966 y con la firme idea de concretar un proyecto cartográfico nacional, se realizaron asambleas en donde participaron funcionarios de alto nivel de la Secretaría de Obras Públicas, Recursos Hidráulicos, Patrimonio Nacional y representantes de seis entidades

más. Al término de estas reuniones se acordó elevar el proyecto a la consideración del Presidente de la República.

En 1967, dentro de la Secretaría de la Presidencia y con el apoyo del Director General de Planeación, se presentó el proyecto al C. Secretario del Ramo, quien lo evaluó y pidió como requisito para su aprobación que 30 técnicos especialistas de diversas dependencias que manejaran el tema lo evaluaran. Finalmente y después de una intensa serie de asambleas donde se discutieron diversos asuntos para la consolidación del proyecto el documento fue firmado, y el C. Secretario de la Presidencia consiguió la aprobación por parte del Presidente de la República de ese entonces.

Por fin, y ante la imperiosa necesidad de contar con los diversos levantamientos cartográficos del Territorio Nacional, encaminado a obtener un inventario de los recursos naturales y un acervo de información geográfica, para poder sentar las bases reales de la planeación el desarrollo del país, **el 1° de octubre de 1968 se creó formalmente la Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Planeación (CETENAP)**, por instrucciones del C. Presidente de la República, como una dependencia de la Dirección General de Planeación de la Secretaría de la Presidencia, nombrando Director General al Ing. Juan B. Puig de la Parra, iniciador del proyecto.

Para 1970, la CETENAP dejó de pertenecer a la Dirección General de Planeación adscrita a la Secretaría de la Presidencia y se le nombró como la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) dependiendo de la misma secretaría. Durante los primeros seis años de la década de los setenta, la CETENAL crece ampliamente en su estructura, como resultado de la necesidad de generar nuevos productos cartográficos, para la disposición de todo el público, así como la encomienda de cuidar la calidad de los mismos.

En el año de 1977, la CETENAL forma parte de la Secretaría de Programación y Presupuesto, en donde se consolida como Dirección General, denominada como Dirección General de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL), quedando adscrita a la Coordinación General del Sistema Nacional de Información, para que la DETENAL participara directamente en la generación de información geográfica, con vistas a ser integrada al Sistema Nacional de Información y contribuir con el desarrollo económico y social del país. En los últimos tres años de la década de los setenta le fue encomendado a la DETENAL la elaboración de cartas socioeconómicas, monografías estatales y regionales; la definición de áreas geoestadísticas básicas que servirían como base cartográfica para los eventos censales de 1980 y 1981.

Como resultado de las nuevas atribuciones y del reglamento interno de la S.P.P., en 1980 se crearon nuevas áreas, lo que fortaleció la estructura orgánica de la DETENAL, cambiando al mismo tiempo de nombre por el de Dirección General de Geografía del Territorio Nacional (DIGETENAL).

Con esta estructura la DIGETENAL tiene ampliaciones encaminadas a las áreas de los recursos naturales, poniendo un amplio interés en el ámbito geográfico integral del país, por lo que en mayo de 1982 en el Diario Oficial de la Federación se le asigna el nombre de Dirección General de Geografía (D.G.G.).

A principios del año de 1983, la institución tuvo una reestructuración profunda y general, marcada por el recientemente creado Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) perteneciente a la Secretaría de Programación y Presupuesto, donde el propósito de la reorganización funcional es la de mejorar la distribución del trabajo.

De 1984 a 1988 la D.G.G. ya perteneciendo al INEGI sufre un buen número de modificaciones y adecuaciones para mejorar el funcionamiento. Así, para 1989 y 1990 la reestructuración continuó de manera más amplia sobre todo en el aspecto técnico operativo.

En 1991, la Dirección General de Geografía inició una etapa de cambio metodológico en sus procesos, con la adquisición de equipos de vanguardia a nivel mundial, lo cual permitió cambiar los métodos tradicionales por los digitales para la generación de información geográfica y cartográfica; así también se implementan nuevos procedimientos, con una línea que obedece a la nueva estructura de la D.G.G., la cual se ejemplifica en forma genérica:

- 1.- Información Básica
- 2.- Proceso de Conversión y Producción
- 3.- Reproducción a través de Despliegue Visual e impresión.

Derivado de todos estos cambios, en junio de 1991 se autoriza la estructura orgánica de la D.G.G. hasta nivel de Departamento, proceso que termina hasta 1994 y de 1995 a 1999 continúa la misma estructura, salvo algunos cambios de nomenclatura en algunas áreas, lo cual no representó mayor problema.

El INEGI en un monumental esfuerzo para modernizar los Sistemas de Información Estadística y Geográfica de nuestro país, ha emprendido en los últimos años un ambicioso programa de modernización integral, considerando sus diferentes áreas de acción.

Este proceso incluye diferentes aspectos, tales como:

Metodologías actualizadas, nuevos Productos y Servicios, Capacitación, Profesionalización del personal, Calidad Total, fomento a la Cultura Estadística y Geográfica, Concertación,

Nuevo Marco Administrativo, Nuevas Áreas Técnicas, Descentralización e Infraestructura y Equipamiento.

Todas estas acciones están relacionadas con el total de las áreas del Instituto. La más importante fue la de consolidar la reubicación de las oficinas centrales del INEGI en el Distrito Federal a la ciudad de Aguascalientes, lo que permitió el traslado de más de 3000 familias.

En forma paralela se crearon diez Direcciones Regionales, con atribuciones, recursos humanos, financieros y materiales, para el mejor desempeño de sus funciones. Adicionalmente y con el objetivo de tener una mayor presencia a nivel nacional, se creó una oficina en cada entidad federativa.

Otra importante acción fue la de incorporarse a los avances tecnológicos para modernizar la infraestructura y equipamiento existentes; esta estrategia se consolidó, considerando primordialmente el equipo informático y de telecomunicaciones, para pasar de tener sólo 30 computadoras a 5000, en un periodo de tan sólo tres años.

También se renovó, completamente, la tecnología de cómputo para sistemas de información geográfica; se instrumentó una nueva red geodésica nacional activa, que opera en forma ininterrumpida las 24 horas del día con estaciones fijas; se cuenta con 600 equipos de posicionamiento global (G.P.S.), 700 estaciones totales, 10 centros regionales y 22 centros estatales de cómputo, para auxiliar adecuadamente las actividades de cartografía automatizada.

Toda esta infraestructura que se configura en el INEGI es una plataforma tecnológica extensa y moderna para la producción de información estadística y geográfica.

Otro importante componente del Programa de Modernización Institucional es la revisión y actualización constante de las metodologías, que permiten fortalecer los proyectos tradicionales, enriqueciéndolos en su base conceptual, así como la definición de nuevos proyectos, para incrementar los sistemas de información estadística y geográfica. Entre los proyectos más importantes se pueden mencionar el Censo de Población y Vivienda intercensal, el Programa de Certificación de Derechos Ejidales (PROCEDE), para la titulación ejidal de la mitad del país, y el programa de integrar a la contabilidad económica tradicional, los recursos naturales y el medio ambiente para conformar el PIB ecológico.

El proceso de modernización del INEGI se realizó con la plantilla de personal ya existente, por lo que fue necesario instrumentar un programa integral de capacitación para todos los empleados, que comprende diplomados, seminarios, talleres y cursos especializados. Los resultados de este programa son muy evidentes para el año de 1989: se capacitaron 921 empleados; para 1993 asistieron a capacitarse 20 606 trabajadores; para 1996 se alcanzó una cifra de 25 110 trabajadores, que asistieron a los diferentes cursos de capacitación que el Instituto ofrece.

Para alcanzar los objetivos de capacitación el INEGI construyó un importante Centro de Capacitación y un Centro de Hospedaje, los cuales están debidamente equipados para atender tanto a estudiantes como instructores.

Sin duda, actualmente, la concertación de convenios interinstitucionales resulta clave para no caer en errores del pasado como: no dar a conocer públicamente la información; la duplicidad de esfuerzo y presupuestos. Por lo tanto el INEGI considera que la concertación es una estrategia institucional que permite conjuntar esfuerzos con los diferentes sectores para fortalecer el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, para tal efecto el INEGI ha establecido convenios con todas las entidades federativas, con organismos y

dependencias del sector público; con el Congreso de la Unión; con partidos políticos y organizaciones sociales; con cámaras y asociaciones privadas; y con instituciones de enseñanza, entre muchos otros sectores.

El INEGI, dentro de su vocación de servicio a los diferentes usuarios, está preocupado, de manera permanente, por la necesidad de información de todos los sectores de la población, por lo que se han creado Nuevas Áreas Técnicas, como la Dirección General de Contabilidad Nacional, la de Cartografía Catastral y reestructura en su totalidad, áreas como la Dirección General de Geografía, la de Política Informática y la de Difusión. Con estas acciones se pretende atender con eficiencia y oportunidad las necesidades de información de todos los usuarios, para así poder impulsar, constantemente, la mayor utilización de los productos generados por el INEGI.

Otro componente del Programa de Modernización del INEGI ha sido el desarrollo de nuevos productos y servicios institucionales. En la actualidad el Instituto, con sus diferentes áreas de producción, ha puesto a disposición de los usuarios más de 1000 productos, entre los que destacan discos compactos, bancos y bases de datos, que además pueden ser consultados vía remota. Esta variante de nuevos productos incluye una novedosa e importante generación de productos geográficos, como: espaciomapas; ortofotos; y cartas desarrolladas, de principio a fin, con tecnología digital.

En consecuencia de la gran cantidad de información, que de manera constante está generando el INEGI y a la no utilización de ésta, en nuestro país se ha detectado la necesidad de fortalecer el conocimiento, uso y manejo de la información estadística y geográfica, fortaleciendo esta estrategia con múltiples actividades como: exposiciones; visitas guiadas; reuniones; conferencias; seminarios; talleres; y amplias campañas de comunicación en medios masivos, entre otras muchas acciones.

El INEGI, como organismo público federal, dentro del programa de modernización institucional, pudo alcanzar y consolidar la autonomía técnica y obtener la autonomía administrativa para el desarrollo de sus funciones.

La plantilla de recursos humanos en el INEGI está considerada como el más grande patrimonio, por lo tanto era imposible no involucrarla en el proceso de modernización institucional. Así, se creó un programa de profesionalización del personal para poder capitalizar la experiencia laboral de los recursos humanos, entonces se estableció el Sistema Integral de Profesionalización que implica un servicio civil de carrera. En este sistema todas las posiciones se concursan a través de convocatorias públicas, excepto los puestos del presidente del INEGI, de los Directores Generales y de los Directores Regionales.

Reforzando la idea de que el activo más importante del INEGI es su personal, y considerando que éste no sólo requiere de modernos equipos y de capacitación continua para el mejor desarrollo de sus funciones, se determinó crear una comprometida filosofía de trabajo. Por ello conjuntamente con todos los componentes de modernización institucional el INEGI ha implementado una vertiente más de gran importancia, es la Calidad Total, la cual se concibe como un sistema de administración en el que todos los miembros del Instituto participen de forma organizada, con el objeto de lograr la mejora constante de los procesos, productos y servicios, para satisfacer los requerimientos de información de los usuarios con el menor costo y cuidando afanosamente la calidad de vida en el trabajo.

La implementación del modelo de Calidad Total en el INEGI consta de 6 diferentes etapas:

- 1) Preparación: Es la primera etapa en este largo proceso, es aquí en donde el objetivo principal es el consultar la mayor cantidad de bibliografía del tema y las experiencias en instituciones al aplicar esta filosofía.

- 2) **Planeación Estratégica:** Esta es la etapa en donde se determinan las fechas, en las cuales se aplicaran los procesos, con la idea de que esta filosofía de trabajo se aplique en los tiempos y formas adecuadas.
- 3) **Sensibilización:** Etapa sumamente importante, es aquí en donde se pretende involucrar a todo el personal, con cursos y eventos diversos, que favorezcan el involucramiento del personal en esta nueva filosofía de vida.
- 4) **Plan maestro de calidad:** Es aquí en donde se determinan las directrices que se deberán seguir para llevar a cabo la filosofía de calidad en y para el trabajo.
- 5) **Implantación:** Etapa muy importante, es donde las directrices determinadas anteriormente, son implementadas a todos los niveles, con la idea de que el proceso pueda permear en forma homogénea, y su desarrollo ofrezca resultados lo más pronto posible.
- 6) **Desarrollo:** En esta etapa se verifican los avances o retrocesos en todas y cada una de las etapas, es aquí en donde se evaluarán los resultados prácticos de la implementación del programa de calidad.

A lo largo de la historia de nuestro país la demanda de todo tipo de información ha sido creciente y diversificada, la información geográfica y cartográfica ha tenido una gran importancia desde la época precolombina hasta nuestros días. Para satisfacer los requerimientos de información espacial conforme a la evolución del país y la sociedad, las áreas de cartografía de recursos naturales del INEGI se han dado a la tarea de generar y actualizar el inventario cartográfico de los recursos naturales de México, para ello la Dirección General de Geografía (D.G.G.) es la responsable de conformar y promover el desarrollo del Sistema Nacional de Información Geográfica, así como sus políticas, normas

y técnicas que lo regulan. El sistema está conformado, principalmente, por una base de datos cartográfica o alfanumérica la cual se está actualizando de manera constante.

La D.G.G. tiene, entre otras responsabilidades, seis programas fundamentales:

- a) **Sistema Nacional de Fotografía Aérea.** Éste permite obtener los insumos necesarios para la generación y actualización de las cartas topográficas en sus diversas escalas. Estas fotografías son utilizadas también en otros estudios de tipo geográfico o cartográfico.
- b) **Cartografía Básica.** Dado que nuestro país cuenta con un cubrimiento topográfico total en escala 1:50 000, este programa tiene como propósito fundamental la actualización de la carta topográfica en esta escala, ya que es ésta sustento para todos los demás proyectos cartográficos que realiza el Instituto.
- c) **Cartografías Temática.** El objetivo fundamental de este programa es el de representar en cartografía con precisión métrica, los principales recursos naturales del territorio nacional. Los temas que maneja son: Uso del Suelo, Hidrología, Geología, Edafología, Uso potencial del Suelo y Climatología. De esta manera la D.G.G. contempla la realización de atlas cartográficos y guías turísticas, que son compendios de este programa.
- d) **Red Geodésica Nacional.** Este proyecto es el que regula y planea toda la red de puntos que son utilizados para medir y referenciar la precisión de los productos cartográficos, que al mismo tiempo son importantes insumos para la planeación de grandes obras de infraestructura.
- e) **Síntesis Geográfica.** Bajo este programa se realiza el inventario de los diferentes productos que se generan en la D.G.G. Aquí se realizan tratamientos de toda la información espacial, para realizar trabajos aplicados y se desarrollan

adecuaciones metodológicas y sistemas para el desarrollo y manejo de la información geográfica de nuestro país.

- f) **Estudios del Territorio Nacional.** Este programa utiliza fotografías aéreas, estudios de trabajos de campo y cartografía de todo tipo generada por la D.G.G. y todos los estudios relacionados con el medio ambiente y los recursos naturales de México, para realizar estudios específicos como: potencial agrícola del suelo; estudios para la protección de bosques y selvas; o bien para una mejor administración de los muy importantes recursos acuíferos del país.

El proceso de actualización de la cartografía que genera el INEGI ha sido largo y continuo. Es éste uno de los procesos con mayor tradición dentro del Instituto, con muy importantes logros en su haber, ya que nuestro país cuenta con una cobertura total de la carta topográfica en escala 1:50 000, con un mosaico de 2375 cartas. Sin embargo para 1991 se realizó un análisis detallado de la actividad cartográfica institucional, lo que permitió hacer un diagnóstico, que reveló la necesidad de iniciar un cambio radical en los procesos metodológicos, y adoptar las nuevas tecnologías que se estaban produciendo de manera muy acelerada en el ámbito de la cartografía y la geografía en todo el mundo.

MODERNIZACIÓN DE LA GEOGRAFÍA

La modernización de la actividad geográfica del INEGI, implicó implementar cambios profundos y necesarios en los aspectos técnicos y metodológicos con procesos completamente novedosos, en formato digital, para la producción de cartas y otros productos geográficos.

Para tal efecto, el INEGI estudió las experiencias de otros países y descubrió que en ningún país del mundo existían antecedentes de un cambio tan radical y completo de tecnología.

Después de que funcionarios de alto nivel del INEGI visitaron los principales centros de producción cartográfica, a nivel mundial, se optó por buscar una solución total e integral que permitiera al INEGI ubicarse a la vanguardia en materia de producción cartográfica y sistemas de información geográfica.

Después de un análisis a detalle de una gran cantidad de opciones, finalmente se convocó en 1992 a un concurso a nivel internacional, en el cual se requirió a las empresas participantes presentar propuestas para la modernización de la infraestructura del área de geografía. Acudieron a este concurso un total de 22 empresas de todo el mundo, la empresa ganadora de la licitación fue un consorcio formado por empresas canadienses, inglesas, belgas y estadounidenses.

La adquisición de toda la maquinaria y el equipo de cómputo vino acompañada de una **SUBSTANCIAL TRANSFORMACIÓN DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE GEOGRAFÍA.**

Con el objetivo de aprovechar al personal y su experiencia, en el área de geografía y cartografía, fueron implementados diversos programas de capacitación por parte del consorcio ganador del concurso.

La diferencia fundamental era el manejo de la información, que ahora se realiza en formato digital y antes en papel, de forma tradicional analógica. Se consideró necesario crear una conciencia en el personal para aceptar el nuevo proceso.

La ventaja principal de manejar este tipo de formato consiste en almacenar información en grandes volúmenes en una base de datos, que permite a cada componente del sistema, ser utilizado para el desarrollo de los productos en serie y para consultas específicas.

Acorde con las modificaciones realizadas en el área de geografía, la estructura orgánica de la misma fue reordenada, y con el fin de responder a los nuevos y novedosos procedimientos, se integraron cinco Direcciones:

- **Dirección de Información Básica**
- **Dirección de Procesos**
- **Dirección de Reproducción**
- **Dirección de Técnica**
- **Dirección de Programación**
- **Comité de Instrumentación y Seguimiento**

Es importante conocer que para la implementación de los nuevos procesos de producción cartográfica, prácticamente no implicó la contratación de personal externo, habiéndose capacitado y reubicado al personal ya existente en el Instituto.

Para inicios de 1994 el INEGI ya contaba con una nueva Dirección General de Geografía situada a la vanguardia tecnológica en su área de especialización, lo que permite proveer a los usuarios de información y productos geográficos en un mundo cada vez más competitivo y en un cambio permanente.

CAPÍTULO 2

MI EXPERIENCIA PROFESIONAL EN EL INEGI

2.1 MI INGRESO AL INEGI

Mi actividad profesional dentro del INEGI, inició de manera directa a principios del año de 1994, cuando dan inicio, en la práctica, los procesos de modernización en la D.G.G.

El primer paso para integrarme en los nuevos procesos de la generación de productos geográficos y cartográficos fue intenso.

Asistió a un completo programa de capacitación, al que me integré en abril de 1994 y que finalizó en octubre del mismo año, con un curso Modular de Cartografía y Percepción Remota, para lo cual radiqué durante el período antes mencionado en la ciudad de Aguascalientes, sede del INEGI.

Este proceso de capacitación es uno de los de mayor relevancia dentro del proceso de modernización del Instituto. Desde luego, el personal es el principal recurso de esta institución para obtener los mejores y más rápidos resultados y un eficiente uso del nuevo equipamiento.

Para conformar ese largo y complejo proceso de capacitación el INEGI aplica cuestionarios y entrevistas directas con el propósito de contar con un diagnóstico completo y determinar el tipo de capacitación que requieran técnicos y directivos. Finalmente, se formuló un programa institucional de capacitación previendo el incremento en los volúmenes de trabajo, la descentralización funcional hacia las Direcciones Regionales y Coordinaciones Estatales, se detectó la necesidad de fortalecer el perfil académico del personal en función de los nuevos proyectos y la nueva tecnología.

Como resultado de un análisis de las diferentes instituciones educativas a nivel técnico y profesional, éstas no satisfacían las necesidades específicas del INEGI, por lo que se identificó como prioritario poner en marcha un programa propio de capacitación y formación de recursos humanos, el cual debía complementar la formación técnica y profesional de los participantes en los diversos proyectos del instituto en el área de geografía.

Para instrumentar este complejo programa de capacitación se agruparon en una misma dirección todas las tareas de capacitación de las diferentes subdirecciones y departamentos, aprovechando también los recursos humanos con que contaba el Instituto, se dio inicio a un programa para la formación de instructores, que capacitaran a todo el recurso humano a menor costo, tanto a nivel central como en las oficinas regionales y estatales.

Para 1993 el área de capacitación del INEGI ya contaba con un cuerpo de docentes de 400 especialistas, quienes además de desarrollar sus propias actividades, en muchos casos a nivel directivo, eran también los encargados de impartir la capacitación. Sumándose a esta planta docente más de 100 instructores externos de alto nivel académico, pertenecientes, en su mayoría, a Centros de Investigación y Universidades de reconocido prestigio nacional e internacional.

Preocupado el INEGI por la capacitación y actualización constante de su personal, éste asiste con patrocinio institucional a Congresos, Seminarios, Talleres y Cursos Externos. Estos foros permiten un intercambio científico, tecnológico y de investigación, y ofrecen claras posibilidades de acceder al conocimiento de vanguardia, cuyo uso contribuye a ubicar al INEGI como institución de vanguardia a nivel mundial.

En este contexto destacan los diplomados en el área de geografía:

- Diplomado en Teledetección

- Diplomado en Sistemas de información Geográfica
- Diplomado en Fotogrametría Digital
- Diplomado Técnico Cartógrafo

De forma paralela a estos diplomados se han desarrollado diversos cursos o talleres que aborden temas vinculados con el estudio de:

- Percepción Remota
- Métodos Modernos de Producción y Actualización Cartográfica
- Elaboración, Uso y Manejo de Espaciomapas y Ortofotomapas
- Ordenamiento Regional
- Fotogrametría Digital

Asimismo se imparten cursos complementarios de:

- Calidad Total
- Control Estadístico de Procesos
- Desarrollo Organizacional
- Planeación Estratégica

Es importante mencionar que se imparten constantemente cursos en el uso de sistemas operativos empleados en el Instituto, así como de los diversos paquetes informáticos más utilizados en los niveles básico y avanzado.

Como resultado del éxito del programa de capacitación institucional, se construyó un centro de capacitación, que fue inaugurado formalmente en agosto de 1993. Este centro cuenta con toda la infraestructura necesaria para garantizar plenamente los resultados en el proceso de enseñanza-aprendizaje; dicho centro tiene aulas, cubículos para investigación, salas de juntas, laboratorios de cómputo, sala de conferencias y una amplia y cómoda biblioteca con

un acervo de más de 10 000 títulos entre libros y revistas especializadas nacionales y extranjeras, así como las áreas de servicios generales y oficinas administrativas.

Para completar las tareas de capacitación el INEGI instaló y acondicionó un centro de hospedaje con capacidad de para albergar simultáneamente a 128 estudiantes de todas partes de la República en donde hay representación del INEGI y de otros países.

El proceso de modernización y actualización de la cartografía temática del INEGI y específicamente del tema de Hidrología en versión aguas subterráneas a escalas 1:1000 000 y 1: 250 000, en el cual yo participé de manera directa, inició en 1994, cuando a principios de ese año se estructuró toda una capacitación específica para personal del área temática, que generalmente éramos de reciente ingreso, en su mayoría de las Direcciones Regionales.

El curso de capacitación contó con un tronco común previo a la especialidad de Hidrología, Aguas Subterráneas y Uso del Suelo y Vegetación. Tuvo como principal interés involucrar al personal, todos profesionales (biólogos, geólogos, geógrafos y agrónomos), antes que nada en los aspectos de producción cartográfica del INEGI, y fundamentalmente en el área de Cartas Temáticas (Hidrología, Uso del Suelo y Vegetación). Para llevar a cabo este objetivo se estructuró por parte de la Dirección de Planeación y Capacitación conjuntamente con la Dirección General de Geografía, un programa de trabajo, con un curso modular en Cartografía y Percepción Remota con especialización en Uso del Suelo y Vegetación e Hidrología, utilizando como sede el edificio de capacitación, con una duración de 800 horas, de las cuales 480 fueron de tronco común y 320 de especialización en mi caso particular en hidrología subterránea, con horario de 09:00 a 19:00 horas del 04 de abril al 30 de agosto de 1994, sin incluir las salidas para realizar prácticas de campo.

El temario del curso fue el siguiente:

Título: Curso Modular de Cartografía y Percepción Remota.

Objetivo: Formar especialistas fotointerpretes en los temas de Aguas Subterráneas y Uso del Suelo y Vegetación.

- 1) **Presentación**
- 2) **Inducción al INEGI**
- 3) **Fundamentos de Cartografía**
- 4) **Diseño Cartográfico**
- 5) **Proceso de producción de cartografía básica**
 - **Fotografía aérea**
 - **Geodesia**
 - **Fotogrametría**
 - **Clasificación de campo, Edición e Impresión**
 - **Taller de manejo de Cartografía**
- 6) **Proceso de Producción de Cartografía Temática**
 - **Proceso General de Cartografía Temática**
 - **Uso del Suelo y Vegetación**
 - **Hidrología**
 - **Escalas y tipos de Cartografía**
- 7) **Cartografía Digital**
- 8) **Conceptos Generales de G.P.S.**
- 9) **Climatología**
- 10) **Geología**
- 11) **Geomorfología y Fisiografía**
- 12) **Ecología Vegetal**
- 13) **Edafología**

- 14) Hidrología
- 15) Uso Potencial
- 16) Fundamentos de Fotointerpretación
- 17) Informática
- 18) Probabilidad y Estadística
- 19) Conceptos de Percepción Remota
- 20) Interpretación analógica de Imágenes
- 21) Interpretación digital de Imágenes
- 22) Conceptos Generales sobre SIG.
- 23) Análisis Espacial
- 24) Redacción de Informes Técnicos
- 25) Manejo del paquete EASI/PACE

Este temario fue cursado como tronco común por todos los especialistas, sin importar si el perfil final era de Hidrología o de Uso del Suelo y Vegetación. Al término de éste, el grupo se bifurcó en dos especialidades temáticas y mi incursión fue específicamente en el ámbito de las aguas subterráneas, con el siguiente temario:

Especialización en Hidrología Subterránea.

Título: Fundamentos de Cartografía Básica.

Objetivo: Conocer las características de la Cartografía básica del INEGI.

- 1) Introducción
- 2) Componentes principales del ciclo hidrológico
- 3) Distribución del agua en el subsuelo
- 4) Propiedades de los materiales
- 5) Definición y clasificación de embalses subterráneos

- 6) Hidrogeoquímica
- 7) Unidades Geohidrológicas y su representación
- 8) Verificación de campo
- 9) Construcción de originales
- 10) Redacción de informes geohidrológicos

Por la naturaleza del importante proyecto y por las características heterogéneas del personal la D.G.G. junto con la Dirección de Planeación y Capacitación del INEGI en Aguascalientes, optaron por capacitar específicamente a los involucrados en temas de cartografía, mediante la impartición por parte de instructores pilares dentro de la D.G.G. de un curso propedéutico de Fundamentos de Cartografía, cubriendo el siguiente programa:

- 1) Introducción
- 2) Conceptos Básicos
 - 2.1) Cartografía
 - 2.2) Planos
 - 2.3) Mapas
 - 2.4) Cartas
 - 2.5) Secciones
 - 2.6) Modelos
 - 2.7) Globos
- 3) Etapas del quehacer cartográfico
 - 3.1) Diseño
 - 3.2) Compilación
 - 3.3) Edición
 - 3.4) Reproducción

- 3.5) Análisis
- 3.6) Uso
- 4) Mapas
 - 4.1) Naturaleza
 - 4.2) Objetivos intrínsecos
 - 4.3) Fuentes de información primarias
- 5) Cartógrafos
- 6) Ciencias asociadas
- 7) Breve bosquejo histórico de la Cartografía
- 8) Clasificación de los mapas
 - 8.1) Por la escala
 - 8.2) Por nivel de información
 - 8.3) Por el sistema de producción
 - 8.4) Por los propósitos del mapa
 - 8.5) Por la precisión
 - 8.6) Por el origen
 - 8.7) Por la forma de presentación
 - 8.8) Por el tipo de información
- 9) Características intrínsecas de los mapas
 - 9.1) Vista vertical
 - 9.2) Escala
 - 9.3) Selección
 - 9.4) Generalización
 - 9.5) Simbolización

9.6) Énfasis

9.7) Titulación, rotulación y tipografía

9.8) Sistema de coordenadas

9.8.1) Sistema geográfico

9.8.2) Sistema rectangular

9.8.3) Elipsoide y geoide

9.9) Proyección

9.9.1) Requisitos de una proyección

9.9.2) Mantenimiento de la escala

9.9.3) Preservación de áreas

9.9.4) Conservación de formas

9.9.5) Exactitud en las direcciones

9.9.6) Tipos de proyecciones

9.9.6.1) Cilíndricas

9.9.6.2) Cónicas

9.9.6.3) Azimutales

9.9.6.4) U T M

10) Fotografías Áreas y Mapas

10.1) Características de las fotografías

10.1.1) Testigos fieles

10.1.2) Escala

10.1.3) Propiedades métricas

10.1.4) Proyección central

10.1.5) Tonos continuos

10.1.6) Cubrimiento

10.1.7) Relieve

10.1.8) Distorsiones

10.1.9) Identificabilidad

10.1.10) Información indiscriminada

10.1.11) Información incompleta

10.1.12) Fotointerpretación

10.2) Comparación entre fotografías aéreas y mapas

10.2.1) Mapas

10.2.1.1) Escala

10.2.1.2) Vista vertical

10.2.1.3) Propiedades métricas

10.2.1.4) Cubrimiento

10.2.1.5) Relieve

10.2.1.6) Identificabilidad

10.2.1.7) Falta de información

10.2.1.8) Interpretabilidad

10.2.1.9) Fidelidad

10.2.1.10) Discriminabilidad

10.2.1.11) Titulación y rotulación

10.2.1.12) Proyección

10.2.1.13) Continuidad tonal

10.2.1.14) Distorsiones

10.2.1.15) Coordenadas

11) Procedimientos de producción

11.1) Compilación

11.1.1.) Obtención de fotografías

11.1.1.1) Plan de vuelo

11.1.1.2) Ejecución de la toma

11.1.1.3) Revelado

11.1.1.4) Inspección

11.1.1.5) Producción de material utilizable

11.1.1.6) Distribución

11.1.2) Apoyo Topográfico y Fotogramétrico

11.1.3) Aereotriangulación y ajuste

11.1.4) Restitución fotogramétrica

11.1.4.1) Procedimiento

11.1.4.2) Preparación de minutas

11.1.4.3) Grabado del caneva

11.1.4.4) Restitución altimétrica

11.1.4.5) Restitución planimétrica

11.1.4.6) Edición provisional

11.1.5) Clasificación de campo y toponimia

11.2) Edición

11.2.1) Elaboración del proyecto

11.2.2) Obtención de originales de grabado

11.2.3) Grabado por separación de colores

11.2.4) Apertura de ventas

11.2.5) Tipografía

11.2.6) Prueba de color preliminar

11.2.7) Revisión

11.2.8) Prueba de color final

11.3) Impresión

11.3.1) Revisión de originales

11.3.2) Elaboración de placas

11.3.3) Impresión final

12) Evaluación y uso de los mapas.

CAPITULO 3

MI PARTICIPACIÓN EN LA ACTUALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS ESCALA 1:250 000

2.2 ANTECEDENTES: CARTOGRAFÍA HIDROLÓGICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS ESCALA 1:250 000 SERIE I

De manera breve y clara, describiré la metodología utilizada para cartografiar aguas subterráneas así como los elementos que se utilizaron para la generación de la carta aguas subterráneas en escala 1:250 000 serie I

El proceso metodológico para realizar una carta de aguas subterráneas está conformada por nueve elementos o etapas:

- **Introducción**
- **Integración de información**
- **Inspección preliminar**
- **Interpretación**
- **Verificación de campo**
- **Reinterpretación de gabinete**
- **Transferencia de la información**
- **Elaboración de informe**
- **Envíos a edición**

El principal objetivo de esta cartografía fue ofrecer a los usuarios información del recurso agua subterránea, que permitiera definir con mayor precisión, áreas donde llevar a cabo estudios de mayor detalle, para un mejor aprovechamiento, extracción y manejo del agua.

El formato elegido para realizar esta cartografía son áreas definidas por 2° de longitud por 1° de latitud, lo que representa aproximadamente 29 000 km², el cual coincide perfectamente con el formato utilizado en la elaboración de la carta topográfica de la misma escala.

A continuación se definen las etapas del proceso metodológico.

- **INTEGRACIÓN DE INFORMACIÓN:** En esta etapa se investigaba la existencia de información geohidrológica, para que fuera integrada y analizada, y posteriormente elaborar un itinerario de campo. Después se integraban todas las cartas temáticas, topográficas, fotografías aéreas e informes del tema a diversas escalas elaboradas por la Dirección General de Geografía; así como de origen externo como mapas de zonas de veda, información de aprovechamientos subterráneos de las hoy extintas SARH y SAHOP, así como documentos geológicos de instituciones públicas y privadas a lo largo de todo el país. Durante la etapa del análisis, toda la información recopilada, permitía caracterizar la zona de trabajo, se conocía comúnmente la litología, la columna estratigráfica, estructuras, minería, zonas de interés geotérmico, pozos, norias, manantiales, tipos de acuíferos, permeabilidad de los materiales y zonas de veda. Como resultado entonces se elaboraba un itinerario de campo, el cual permitía visitar los sitios de mayor interés geohidrológico, así como los más característicos y representativos de la zona de trabajo.

- **INSPECCIÓN PRILIMINAR.** El objetivo general de esta etapa era definir los criterios de interpretación empleados, así como corroborar el grado de confiabilidad de la información bibliográfica recabada; se realizaba inicialmente un recorrido de campo cubriendo el itinerario planteado para estimar las características de la geología y la hidrología de la zona en general, determinando también en forma regional la columna estratigráfica, relacionándola geohidrológicamente con las manifestaciones de agua

subterránea. Durante esta visita simultáneamente se recopilaba información reciente en algunas dependencias que se ocupan del agua y como actividad final se realizaba un intercambio de opiniones entre el personal para uniformizar los criterios de análisis e interpretación.

Todos estos aspectos eran escritos por cada fotointérprete en la bitácora de campo correspondiente.

- **INTERPRETACIÓN.** Durante esta etapa se establecían las hipótesis que, mediante el manejo de diferentes factores como la geomorfología, geología y suelos, definen en conjunto las unidades geohidrológicas; se realizaba un proceso de transferencia de escalas, de las diferentes informaciones, ajustándose siempre al marco de la carta topográfica correspondiente; se transferían zonas de veda, se seleccionan los sitios donde se debería obtener las muestras de agua, para su posterior análisis físico y químico; y se señalaban los lugares con interés geológico, hidrológico y estructural.

- **VERIFICACIÓN DE CAMPO.** Esta etapa era realizada cuando la interpretación estaba totalmente terminada y su principal objetivo era ratificar o rectificar contactos y claves marcadas en la etapa anterior, así como recabar información específica y de manera directa por medio de la observación, descripción, muestreo y comprobación en el campo.

Durante esta etapa se realizaba un muestreo selectivo de los aprovechamientos de agua subterránea, que están definidos en la etapa anterior, así como las rocas que requerían estudio petrográfico, se complementaba la información fuente visitando todo tipo de instituciones que estudien o manejen el recurso agua; se establecían en campo las relaciones geológicas, litológicas, estructurales y geomorfológicas, para conformar una columna estratigráfica, para definir así mismo los acuíferos y las unidades geohidrológicas.

Todos los datos y conclusiones de esta etapa quedan consignadas en la bitácora de campo correspondiente.

- **REINTERPETACIÓN DE GABINETE.** El objetivo primordial de esta etapa era efectuar las modificaciones que como resultado del trabajo de campo fueran necesarias. también se enviaban las muestras de agua y roca a los laboratorios para sus respectivos análisis. Posteriormente se realizaban los cálculos sobre los análisis de las muestras para así definir la calidad del agua y la familia química a la que pertenece.

- **TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN:** Ésta era una etapa de gran importancia, pues tenía por objetivo fundamental transferir a los formatos en forma definitiva y escala de representación toda la información que desde los documentos fuente ha sido analizada, integrada o interpretada.

Para concluir con esta transferencia, se elaboraban tres originales de impresión, los cuales al sumarse daban como resultado una carta de hidrología versión aguas subterráneas, los originales eran los siguientes:

Original 1 Unidades Geohidrológicas

Original 2 Calidad del agua (pozos, norias, manantiales)

Original 3 Área de concentración de pozos

Área de veda

Dirección de flujo subterráneo

Para la elaboración de estos originales se empleaba un base topográfica, con el objeto de que toda la información hidrológica quedara perfectamente ubicada.

Finalmente en esta etapa toda la información de los diferentes originales se ligaba con las hojas adyacentes.

ELABORACIÓN DE INFORME.

Las cartas de aguas subterráneas complementaban su enfoque técnico con un informe, que era impreso en la parte posterior de la carta, el cual contenía:

- a) Una parte descriptiva, que iniciaba con un capítulo de Generalidades, el cual ofrecía la extensión del área de la carta, el clima, estratigrafía y litología, hidrología, áreas de veda y concentración de pozos. El importante capítulo de unidades geohidrológicas contenía definición, localización, material (es) que la constituyen y características físicas y geohidrológicas de cada unidad que se representa cartográficamente en la carta.
- b) La segunda parte del informe era conformado por los resultados de los análisis químicos de las muestras de agua, en forma de lista, donde se pueden consultar datos importantes tanto del tipo de aprovechamiento como de la muestra de agua, los cuales son físicos y químicos.

Es muy importante señalar cual es el contenido temático de los diferentes originales de impresión, pues el resultado de la fusión de estos es lo que conocemos como carta de aguas subterráneas escala 1:250 000 serie I

Original 1

Éste es el original de mayor importancia en la elaboración de la carta, pues representa las unidades geohidrológicas, las cuales se definen como unidades constituidas por uno o varios tipos de materiales, cuya característica en común, es que puedan o no funcionar como acuíferos.

Los términos de material consolidado y no consolidado son empleados en esta metodología para representar la condición física en que se encuentran los diferentes materiales. con el fin de poder asociar una idea sobre los esfuerzos que requiere una perforación; de esta forma el material consolidado está representado por la roca masiva, coherente y continua. mientras que el material no consolidado está conformado por material suelto, disgregable y no cementado.

Para la representación cartográfica de los diferentes materiales que conforman el espacio geográfico y geohidrológico, la metodología cuenta con seis diferentes unidades geohidrológicas, que, por sus características físicas, químicas y genéticas, son las siguientes:

- 1) Material consolidado con posibilidades altas**
- 2) Material consolidado con posibilidades medias**
- 3) Material consolidado con posibilidades bajas**
- 4) Material no consolidado con posibilidades altas**
- 5) Material no consolidado con posibilidades medias**
- 6) Material no consolidado con posibilidades bajas**

Para determinar las diferentes unidades geohidrológicas dentro de la carta era indispensable disponer de la información, tanto de gabinete como de campo, compilada en etapas anteriores y establecer un orden congruente de análisis sobre esta documentación. Dicho análisis proporcionaba elementos de juicio y criterio de clasificación general para que una vez asignadas las unidades geohidrológicas, se continuará con las otras etapas.

La presentación de este original se realizaba en película estabilene picada y pochada de acuerdo al canevá correspondiente, utilizando como base de registro la información geológica de la misma escala, los contactos resultantes debían ser dibujados con lápiz 4H y

ligarse con las cartas adyacentes trabajadas. La simbología empleada se registraba a mano y letra de molde en la parte inferior de la hoja.

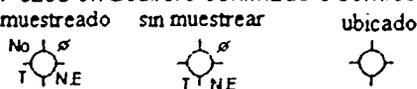
Original 2

En conjunto, la carta de aguas subterráneas proporciona el análisis químico y físico de los principales aprovechamientos subterráneos, con el objetivo de tener una muestra representativa de la calidad del agua en el área de la carta, con fines fundamentalmente de riego. En forma general el procedimiento era el siguiente:

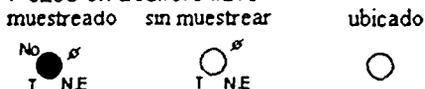
- El hidrólogo, responsable de la carta, realizaba un análisis con el material topográfico en escala 1:50 000, con el fin de ubicar los aprovechamientos que debían ser muestreados, atendiendo a los criterios de distribución y número máximo permitido.
- De conformidad con el paso anterior, se efectuaba el muestreo propio del trabajo de campo, utilizando un recipiente de plástico de un litro de capacidad, el cual debía ser enjuagado con la misma agua del aprovechamiento antes de ser llenado y cerrado, para posteriormente rotularlo con la fecha, el número progresivo y el tipo de aprovechamiento muestreado, el cual puede ser pozo, noria o manantial.
- Las muestras compiladas en campo son enviadas al laboratorio, indicando el nombre y la clave de la carta a la que pertenecen para realizar el análisis químico correspondiente.
- La localización de los aprovechamientos, tanto muestreados como ubicados, se realizaban sobre película estabilene previamente ponchada y picada, empleando la carta topográfica o positivo topográfico sumado en escala 1:250 000 como base de referencia.

Esta transferencia era realizada sobre un mesa luz, en donde se colocaba primeramente la carta topográfica o el positivo sumado, al cual se le sobrepone el original establecine y, por identificación de elementos en la carta topográfica de escala 1:50 000, se ubicaban los aprovechamientos en escala 1:250 000, utilizando simbología diferente para pozos, norias y manantiales, que se muestra a continuación.

Pozos en acuífero confinado o semiconfinado



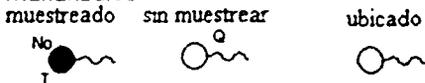
Pozos en acuífero libre



Norias



Manantiales



Esta simbología debía tener las siguientes características

- Los círculos que representan los pozos deberán tener 2 mm de diámetro, se recomienda uso de plantilla.
- Los triángulos que representan a las norias deberán medir 2 mm por lado y el vértice indicará hacia el sur de la carta, se recomienda usar plantilla.

- El diámetro del círculo del manantial tendrá 2 mm, con uso de plantilla y el flagelo deberá seguir el curso de la corriente y tendrá 5 mm.

Los aprovechamientos muestreados debían aparecer en color, según la siguiente clasificación:

- Agua dulce color azul copenhague Núm. 906 prismacolor
- Agua tolerable color café obscuro Núm. 946 prismacolor
- Agua salada color púrpura Núm. 931 prismacolor

Para los aprovechamientos que no fueron muestreados y únicamente ubicados, se utilizará el símbolo que corresponda dibujado con lápiz 4H ó 5H

- Ya ubicados, todos los aprovechamientos, se procedía a numerarlos en forma progresiva de norte a sur y de este a oeste, poniendo especial cuidado en que coincidieran con la numeración del listado de la parte posterior.

Original 3

Este original estaba conformado por tres variables hidrológicas, de suma importancia para el contenido temático de la carta.

La primera variable es el área de concentración de pozos, que se representa como una amiba definida por una línea continua de lápiz, donde quedaban algunos pozos convenientemente distribuidos y perfectamente identificables, como representativos de aquellos que, por razones de escala, no fuera posible representarlos.

Existen algunos criterios para el trazado de las zonas de concentración de pozos:

- Deben existir más de 3 pozos por cm^2 . Para facilitar este conteo se recomendaba utilizar una retícula que mide 1cm por lado lo que define un área en la carta en la escala 1:250 000 de 6.25 km^2 .

- Si en el área de 1cm^2 existían en 3 o más pozos y en cuadro adyacente se encontraban 1 ó 2 más, se debería analizar la posibilidad de incluirlos en el área de concentración en el momento del trazo, lo mismo ocurría cuando la ubicación de los pozos era en forma de batería.
- La línea de concentración de pozos no debía interferir con la ubicación de los pozos y se trataba de que resultara lo más continuo posible.

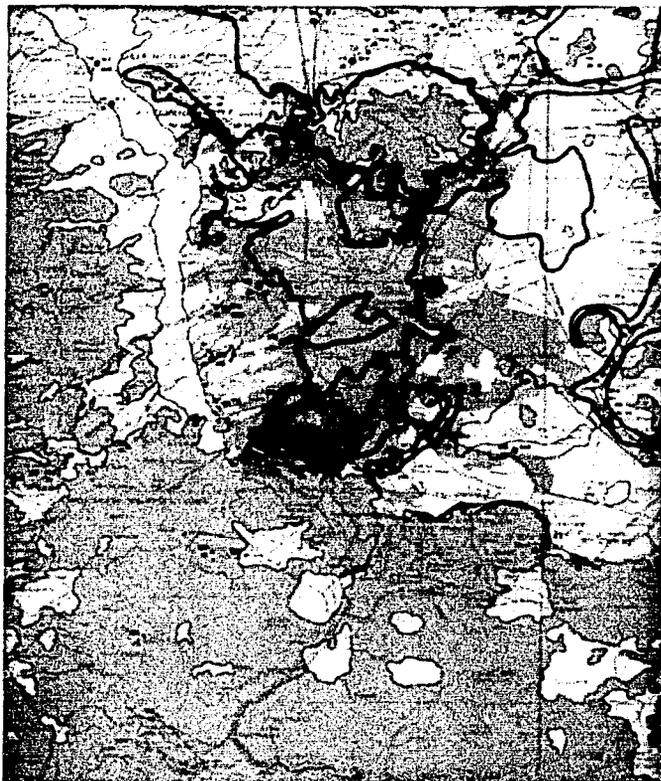
La segunda variable es la zona de Veda. Esta información era tomada del "catálogo de zonas de veda para el alumbramiento de aguas subterráneas en la República Mexicana" realizada por la Dirección General de Aprovechamientos Hidráulicos de la SARH, que contenía la recopilación de los Decretos de Veda publicados en el Diario Oficial de la Federación.

Dicha información era proporcionada en diferentes escalas, la cual variaba en función del tamaño de los estados. Por tal motivo se realizaba una transferencia de las zonas de veda, sobre este tercer original, cambiando la escala de los diferentes documentos fuente, a la escala de representación de la carta (1:250 000), por medio de un pantógrafo, utilizando como simbología una línea continua en color verde oscuro, núm. 908 de prismacolor, complementada con indicadores para señalar cuál es el área vedada.

Para efectuar este cambio de escala debía utilizarse la carta topográfica correspondiente, como marco de referencia para ubicación y detalles.

La tercera variable es la dirección del flujo subterráneo del agua, esta información era obtenida en el trabajo de campo cuando se visitan los diferentes aprovechamientos, específicamente el valor del nivel estático y la información altimétrica de la carta topográfica en escala 1:50 000, así como el tipo de material y estructura que permitían determinar la dirección que sigue el agua en el subsuelo.

De forma general esta es la historia y las características metodológicas y de representación de la cartografía hidrológica de aguas subterráneas en escala 1:250 000 serie I. En su momento la carta representó un gran avance en cuanto al conocimiento espacial del agua en nuestro país; sin embargo, por lo dinámico e importante del recurso, se planteó la necesidad de actualizar esta cartografía, proceso que dio inicio para la segunda mitad de la década de los años noventa.



México E-14-02 Serie I Detalle

Fuente: INEGI. D.G.G. Carta Hidrológica Aguas Subterráneas Esc.1:250 000

UNIDADES GEOHIDROLÓGICAS

MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES ALTAS



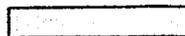
MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES MEDIAS



MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES BAJAS



MATERIAL NO CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES ALTAS



MATERIAL NO CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES MEDIAS



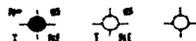
MATERIAL NO CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES BAJAS



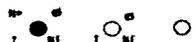
LÍMITE DE UNIDAD GEOHIDROLÓGICA



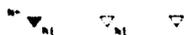
POZO EN ACUÍFERO CONFINADO O SEMI-CONFINADO MUESTREADO SIN MUESTREAR Y UBICADO



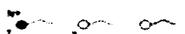
POZO EN ACUÍFERO LIBRE MUESTREADO SIN MUESTREAR Y UBICADO



NOPIA MUESTREADA SIN MUESTREAR Y UBICADA



MANANTIAL MUESTREADO SIN MUESTREAR Y UBICADO



ÁREA DE VEDA



ÁREA DE CONCENTRACION DE POZOS



DIRECCION DEL FLUJO DE AGUA SUBTERRANEA



CALIDAD DEL AGUA

AGUA DULCE



AGUA TOLERABLE



AGUA SALADA



México E-14-02 Serie I Tira Marginal Temática Serie I Carta Hidrológica Aguas Subterráneas Esc. 1:250 000 Fuente: INEGI. D.G.G.

La cartografía hidrológica de aguas subterráneas en escala 1:250 000 en su primera versión, tiene una historia diferente al resto de las cartografías temáticas que se han generado en el INEGI, pues a principio de la década de los setenta (1972) se realizaron cartas de diversos temas; como uso del suelo y vegetación, edafología, geología y uso potencial en escala 1:50 000, y la carta hidrológica no aparecía.

Entre 1976 y 1980, con la necesidad de conocer espacialmente donde se localizaban los recursos naturales de México, se cambió la escala de representación de las cartas temáticas, y por las dimensiones y complejidad natural de nuestro país se optó por una escala pequeña 1:1000 000, esta escala con sus limitantes de representación permitió que se cubriera el país en sólo 8 cartas.

Como resultado de este proceso cartográfico para 1981 publicó la D.G.G el Atlas Nacional del Medio Físico, escala 1:1000 000, en el cual se compiló toda la cartografía básica y temática. Los temas fueron:

Topografía, Hipsografía, Geoestadística, Climas, Temperatura Media Anual, Precipitación Total Anual, Geología, Edafología, Uso del Suelo y Vegetación y Turística. Es notable la ausencia, hasta esas fechas, de la cartografía hidrológica, tanto en el tema de aguas superficiales, como de aguas subterráneas. La razón de esa situación, pues ya se contaba con un área dentro de la D.G.G. capaz de producir información cartográfica del comportamiento y ubicación espacial del agua.

Para principios de la década de los ochentas (1982) la Dirección General de Geografía, puso en marcha un ambicioso proyecto, el cual tuvo como objetivo fundamental generar metodologías que posteriormente permitieron la producción de cartografía hidrológica en los temas de aguas superficiales y aguas subterráneas en escala 1: 1000 000, lo que permitió

que para finales de 1983 se publicaron las primeras cartas hidrológicas en ambos temas. para también tener a la postre el cubrimiento nacional.

Al término del cubrimiento nacional, en escala 1: 1000 000, la mayoría de las cartas temáticas se evaluaron en cuanto a sus contenidos y metodologías, como resultado de estas y por la necesidad de conocer en forma aún más detallada los recursos naturales de nuestro país se cambió la escala de representación a una escala más grande que permitiera ubicar y conocer mejor el funcionamiento de los recursos naturales de México. Se optó por crear, primeramente, las metodologías, para que fueran probadas, evaluadas y en su caso aceptadas o modificadas para representar la cartografía temática de la Dirección General de Geografía en escala 1:250 000.

Para el área de hidrología, se generaron en forma simultánea dos metodologías, una para el tema de aguas superficiales y la de aguas subterráneas; esta metodología se elaboró dentro de la Dirección General de Geografía, Subdirección de Geohidrología, Departamento de Hidrología, de la hoy extinta Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP), este documento permitió entonces la generación de cartografía hidrológica en sus dos versiones en escala 1:250 000 hasta cubrir todo el país para mediados de 1985.

2.3 ACTUALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA HIDROLÓGICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS ESCALA 1:250 000 SERIE II

Por la necesidad institucional de actualizar la cartografía tanto de Hidrología como de Uso del Suelo y Vegetación uno de los compromisos adquiridos por el personal de la D.G.G., junto con los capacitandos, era el de generar, simultáneamente al proceso de capacitación específica, las metodologías, tanto en escala 1:1000 000, como a 1:250 000, que permitieran realizar, en la práctica, la actualización cartográfica, considerando desde luego los avances tecnológicos que permitieran, al mismo, tiempo ir conformando el (SNIG) Sistema Nacional de Información Geográfica del INEGI.

Dichas metodologías, para su momento, tenían alcances tecnológicos limitados, pues la prioridad institucional para la actualización automatizada de cartografía, se centró en la Cartografía Topográfica en las escalas 1:50 000 y 1:250 000, por lo que, en términos generales, estas nuevas metodologías eran semiautomatizadas, pues muchos procesos eran iguales o muy parecidas a los de la primera versión. Los principales cambios, más que tecnológicos se realizaron en las cuestiones conceptuales, que fue donde se redefinieron entidades y atributos, para precisar mejor la información temática representada.

Al término de la capacitación específica, y ya con la metodología realizada y con la idea de probarla en el campo de la realidad geográfica de nuestro país, se realizó una "Tesina", en la cual se debía reflejar que todos los conceptos y metodologías cartográficas e hidrológicas habían sido comprendidas y aplicadas a la hora de realizar los trabajos cartográficos que el INEGI requiere.

Para llevar a cabo este proyecto se conformaron grupos de trabajo, compuestos por tres especialistas y un supervisor de la D.G.G. de Aguascalientes. La idea central de este trabajo

era aplicar las nuevas incorporaciones conceptuales a la Cartografía Hidrológica tanto en escala 1:1000 000 como 1:250 000. Para tal efecto se asignó a mi grupo de trabajo la realización de la actualización de hidrología, versión aguas subterráneas, de la hoja denominada: Matehuala Clave F-14-1 en escala 1:250 000.

La idea fue aplicar para esta misma área las nuevas metodologías, en ambas escalas, incluyendo todas y cada una de las etapas y procesos, tanto de campo como de gabinete: como resultado final se presentó un documento que contenía toda la información y resultados recabados en las diferentes etapas, así como un mapa en escala 1:250 000, pero donde se observa la implementación de las metodologías. Finalmente dicho trabajo sirvió para que, mediante una exposición formal al Director General de Geografía de ese momento (Ing. Juan Lobo S.), se acreditara el curso modular de cartografía y percepción remota y la especialización en Hidrología (aguas subterráneas).

Posteriormente, cuando ya todo el grupo de especialistas estuvimos plenamente capacitados y con el deseo de cubrir cartográficamente, a la mayor brevedad toda la República, se programó la actualización de aguas subterráneas en escala 1:1000 000, pues con tan sólo ocho cartas se alcanzaba el objetivo, el inconveniente era el grado de detalle de la información.

En forma personal participé en la actualización de las siguientes cartas en escala 1:1000 000:

- a) **Villahermosa**
- b) **México**
- c) **Guadalajara**

En la elaboración de estas cartas trabajaron especialistas de diferentes Direcciones Regionales del INEGI.

Terminado el cubrimiento nacional a escala 1:1000 000, se procedió a programar la actualización de la carta de aguas subterráneas en escala 1:250 000, con el firme propósito de aportar información geohidrológica con mayor precisión, pues las principales modificaciones y aportaciones a la metodología fueron en el ámbito del contenido y no tanto en los procesos de elaboración.

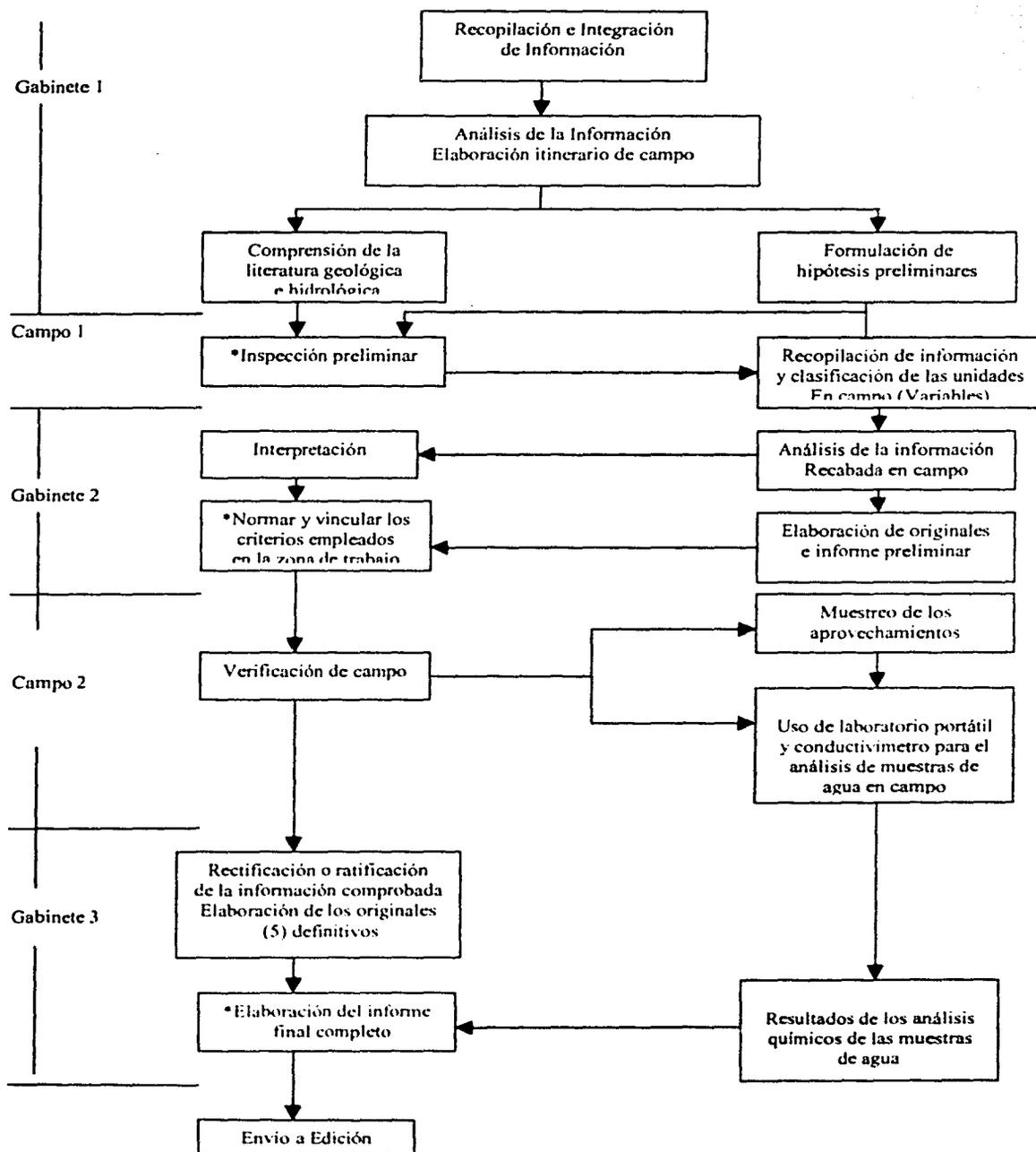
La metodología que permitió realizar el proceso de actualización de la carta tenía las siguientes características:

CONTENIDO

- I) Integración de información
- II) Inspección preliminar o reconocimiento del área de estudio
- III) Interpretación
- IV) Verificación de Campo
- V) Muestreo de Aguas Subterráneas
- VI) Reinterpretación de gabinete
- VII) Transferencia de información
- VIII) Elaboración de Informe
- IX) Envío a edición

Flujograma para la actualización de la Cartografía Hidrológica 1:250 000 (aguas subterráneas).

**FLUJORAMA PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA
HIDROLÓGICA 1:250 000 (AGUAS SUBTERRÁNEAS)**



* Supervisiones por los especialistas responsables del Área de Hidrología de la D.G.G. Ags.

A continuación se describen, en forma breve, las diferentes etapas en el proceso de actualización de la carta, donde quedan de manifiesto las aportaciones que sufre con respecto a la cartografía serie I.

I) Integración de información

En esta etapa se investiga la existencia de información cartográfica y bibliográfica, para ser integrada y analizada mediante:

- a) Recopilación de imágenes, cartas, informes y boletines de información especializada.
- b) Análisis e integración de los documentos disponibles
- c) Elaboración de itinerario de campo

II) Inspección preliminar o reconocimiento del área de estudio

En esta etapa el objetivo es definir los criterios de interpretación que deberán ser empleados, así como verificar el grado de confiabilidad que tiene la información recabada en la etapa anterior.

Al mismo tiempo es muy importante recopilar información de las diferentes dependencias, relacionadas con el uso del agua, y así establecer nexos para contar con información geohidrológica oportuna.

III) Interpretación

La etapa de interpretación es de gran importancia para un buen desarrollo metodológico del proceso de actualización, pues es aquí donde se deben establecer hipótesis y, en su caso, teorías del entorno geohidrológico de la zona de estudio, para así realizar un óptimo manejo de los diferentes factores que participan en el funcionamiento geohidrológico, tales como:

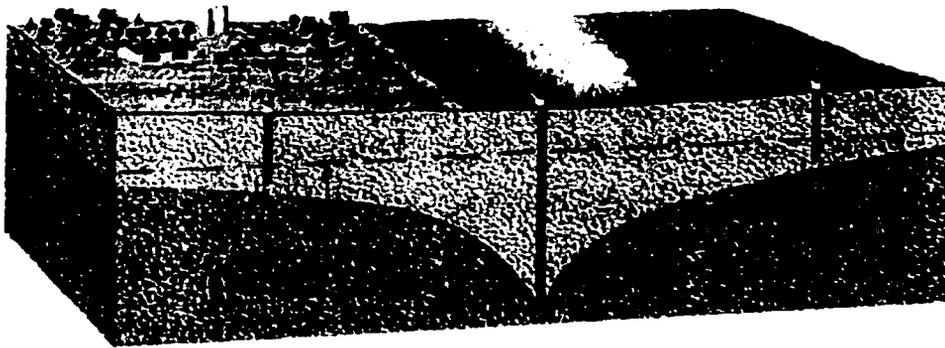
la geomorfología, geología y edafología, las cuales en su conjunto definen las unidades geohidrológicas.

Es fundamental analizar detalladamente las características físicas de las rocas, para poder determinar las posibilidades que tienen de funcionar como acuíferas o bien como zonas de recarga natural; se analizan y transfieren las zona de veda y se seleccionan los diferentes sitios de muestreo de agua subterránea para su análisis físico y posteriormente químico.

IV) Verificación de campo.

Esta etapa se realiza cuando ya todos los procedimientos anteriores se han efectuado, y tiene como objetivo primordial ratificar o rectificar claves o contactos marcados con anterioridad, otro valioso proceso dentro de esta etapa es el de generar información de manera directa mediante la observación, descripción, muestreo y comprobación de campo, que enriquezca en forma importante el informe final, para tal efecto es indispensable efectuar las relaciones existentes entre la geología, litología, estructuras y geomorfologías para definir adecuadamente los tipos de acuíferos y las condiciones geohidrológicas que predominan.

Durante el desarrollo de la verificación de campo, es conveniente considerar la toma de muestras de aquellos aprovechamientos subterráneos viables a ser seleccionados por la importancia que tuvieron en el ámbito geohidrológico de la zona de estudio.



Espacio geohidrológico.

V) Muestreo de Aguas subterráneas

Esta etapa se puede realizar conjuntamente con la etapa anterior de verificación de campo, ya que aquí el objetivo es el de coleccionar una muestra de agua por cada aprovechamiento subterráneo previamente determinado. Tiene la finalidad de efectuar el análisis físico-químico y contar con un resultado representativo de la calidad del agua subterránea, Con fines de uso doméstico, industrial, agropecuario y de riego, así como poder conocer con precisión el comportamiento y evolución del agua en el subsuelo.

Es recomendable que el muestreo de aprovechamientos presente una adecuada distribución espacial dentro del acuífero o sistema acuífero que se esté explotando, ya que al efectuar los análisis correspondientes del agua, así como el sondeo de niveles, se tendrá una mejor interpretación de la calidad del agua y de la dirección del flujo subterráneo de la misma. Es importante que el muestreo y el sondeo se realicen principalmente en pozos pilotos, así como de uso agrícola, pues estos pueden ser los de mayor gasto de explotación de agua subterránea y el gasto es el parámetro que posteriormente permitirá clasificar el rendimiento de la unidad geohidrológica analizada.

En este proceso de actualización, para realizar el muestreo de agua subterránea en el lugar se cuenta con un laboratorio portátil para realizar algunos análisis químicos del agua, el cual cuenta con colorímetro, potenciómetro y conductivímetro. Lo anterior permite obtener en campo valores de pH y conductividad, así como de la temperatura. Con este laboratorio se realiza el análisis químico de los siguientes elementos; Cloro, Bromo, Cromo, Cobre, Fluor, Hierro, Nitratos, Nitritos, Amonio, Fosfato, Sílice, Sulfato, más importante; además se obtiene la turbidez, y los lodos contenidos. Cabe hacer mención que no todos los aprovechamientos que se muestren serán sometidos a este proceso de análisis, sino solamente aquellos en los que el criterio del especialista lo considere necesario, con base en algunos fundamentos geohidrológicos como: conocer con anticipación el corte litológico del pozo, el diseño del pozo, la profundidad total, la elevación del nivel estático, o algún registro histórico de análisis químico realizado y revisado previamente, que señale la existencia o sospecha de un elemento anómalo, o bien porque el especialista determine que sea necesario realizarlo.

Cuando se efectúa este tipo de análisis se solicita se haga de la misma forma en el Laboratorio de Análisis de Materiales del INEGI en la ciudad de Aguascalientes, el cual podrá variar pues el análisis en el laboratorio se realiza posteriormente, sin embargo permitirá establecer con mayor confiabilidad la determinación de familias de agua a la que pertenecen, así como señalar la calidad de la misma. Este proceso esencial, de análisis del agua, no era realizado en la serie I de cartografía de aguas subterráneas, así la utilización del laboratorio portátil es una aplicación directa que sustenta la actualización cartográfica, con la finalidad de ofrecer con veracidad la información al usuario.



Técnicas de muestreo de aguas subterráneas

VI) Reinterpretación de Gabinete.

Ésta es una breve etapa, pero de gran importancia metodológica, pues tiene como actividad principal efectuar los ajustes o modificaciones, que de acuerdo con las observaciones que se realizaron en campo sean necesarias, como corregir contactos entre las unidades geohidrológicas, cambios de claves a las diferentes entidades; y hasta adicionar polígonos no considerados anteriormente.

Durante esta misma etapa, y cuando ya se cuenta con el total de los resultados de los análisis químicos de las muestras de los aprovechamientos de agua subterránea, se hace el cálculo de la calidad del agua en función principalmente del contenido de sólidos totales disueltos y su respectiva clasificación para determinar la familia química a la que pertenecen, esta determinación se realiza para cada muestra y para los valles o zonas de explotación que se presenten en la zona de estudio.

VII) Transferencia de la Información

La etapa de transferencia es, sin duda, de todas las que componen este largo proceso de actualización la más laboriosa y delicada para el tratamiento y análisis de la información previamente compilada tanto en gabinete como en campo.

El objetivo primordial es el de transferir a los formatos y a la escala de representación toda la información que ha sido analizada, integrada e interpretada; y para tal efecto se elaboran los siguientes originales por cada carta a actualizar:

1.- Original 1

Unidades Geohidrológicas

2.-Original 2

Calidad de Agua y Puntos muestreados

3.- Original 3

Área de Concentración de Pozos,

Áreas de Veda y Estructuras Geológicas

4.- Original 4

Curvas de igual Elevación y Dirección

de Flujo Subterráneo

5.- Original 5

Sección Geohidrológica

Es en esta etapa del proceso en donde queda muy claro, cuáles son los cambios metodológicos de fondo en el contenido de la Carta de Hidrología de Aguas Subterráneas.

Original 1

Unidades Geohidrológicas

El contenido fundamental de este original; son las diferentes unidades geohidrológicas que se representan en la cartografía. Como unidad geohidrológica entendamos que es uno o varios tipos de roca o material granular, cuyas características físico-químicas y potenciales le permiten en diferente grado almacenar y transmitir el agua subterránea, estas unidades se dividen en dos grupos según el tipo de materiales que las constituyen, esto con el propósito de asociar y dar una idea clara sobre la coherencia y el esfuerzo que se requiere para extraer agua subterránea. El primer grupo es de material consolidado, conformado por material masivo, coherente y duro y el segundo, es de material no consolidado, compuesto por material disgregable, deleznable y suelto.

Estos dos grupos dan como resultado un total de diez diferentes unidades geohidrológicas:

- 1) Material consolidado con rendimiento alto >40 lps.
 - 2) Material consolidado con rendimiento medio 10-40 lps.
 - 3) Material consolidado con rendimiento bajo < 10 lps.
 - 4) Material consolidado con posibilidades medias
 - 5) Material consolidado con posibilidades bajas
 - 6) Material no consolidado con rendimiento alto >40 lps.
 - 7) Material no consolidado con rendimiento medio 10-40 lps.
 - 8) Material no consolidado con rendimiento bajo < 10 lps.
 - 9) Material no consolidado con posibilidades medias
 - 10) Material no consolidado con posibilidades bajas
- (lps. litros por segundo)



Capa de unidades geohidrológicas

Cada una de estas unidades presenta características muy particulares, que se describen a continuación:

1 Material consolidado con rendimiento alto > 40 lps

Unidad constituida por uno o varios tipos de rocas que funcionan como acuíferos y deben su potencialidad principalmente a sus características geohidrológicas como son: alta permeabilidad y transmisibilidad producto del fracturamiento, porosidad, disolución, estructura o grado de cementación. Las obras de explotación existentes en esta unidad tienen un rendimiento mayor de 40 litros por segundo.

2 Material consolidado con rendimiento medio 10-40 lps

Unidad constituida por uno o varios tipos de roca que funcionan como acuíferos y deben su potencialidad principalmente a sus características geohidrológicas como son: permeabilidad de media a alta y transmisibilidad producto de fracturamiento, porosidad, disolución estructura o grado de cementación. Las obras de explotación existentes en esta unidad tienen un rendimiento entre 10 y 40 litros por segundo.

3 Material consolidado con rendimiento bajo < 10 lps

Unidad constituida por uno o varios tipos de roca que funcionan como acuíferos y deben su potencialidad principalmente a las características geohidrológicas como son: permeabilidad de baja a media y transmisibilidad producto de fracturamiento, porosidad, disolución, estructura o grado de cementación. Las obras de explotación existentes en esta unidad tienen un rendimiento de 10 litros por segundo.

4 Material consolidado con posibilidades medias

Unidad constituida por uno o varios tipos de roca que presentan en común características físicas apropiadas como porosidad, fracturamiento, además de estructuras y condiciones geohidrológicas favorables como permeabilidad baja y transmisibilidad, para deducir con la ayuda de algunas manifestaciones subterráneas, la posible existencia de agua.

5 Material consolidado con posibilidades bajas

Unidad constituida por uno o varios tipos de roca que por su origen y formación presentan baja permeabilidad, tanto primaria como secundaria y las condiciones geohidrológicas resultan desfavorables, por lo que no son susceptibles de contener agua económicamente explotable.

6 Material no consolidado con rendimiento alto > 40 lps

Unidad constituida por suelos, arenas, gravas, conglomerados y tobas arenosas mal compactadas que presentan alta permeabilidad y capacidad de almacenar agua debido a su gran porosidad, producto de su bajo grado de cementación. Las obras de explotación existentes en esta unidad tienen un rendimiento mayor de 40 litros por segundo.

7 Material no consolidado con rendimiento medio 10-40 lps

Unidad constituida principalmente por suelos, arenas, gravas, conglomerados y tobas arenosas mal compactadas que presentan de media a alta permeabilidad y capacidad de

almacenar agua debido a su mediana porosidad producto de su grado de cementación. Las obras de explotación existentes en esta unidad tienen un rendimiento entre 10 y 40 litros por segundo.

8 Material no consolidado con rendimiento bajo < 10 lps

Unidad constituida principalmente por suelos, arenas, gravas, conglomerados y tobas arenosas mal compactadas que presentan de mediana a baja permeabilidad y capacidad de almacenar agua debido a su mediana porosidad producto de su grado de cementación. Las obras de explotación existentes en esta unidad tienen un rendimiento menor de 10 litros por segundo.

9 Material no consolidado con posibilidades medias

Unidad constituida por suelos, arenas, gravas, conglomerados y tobas arenosas que presentan características físicas y condiciones geohidrológicas favorables tales como: porosidad, fracturamiento, estructura, permeabilidad de baja a media que permiten inferir con la ayuda de algunas manifestaciones subterráneas, la posible existencia de agua.

10 Material no consolidado con posibilidades bajas

Unidad constituida por suelos impermeables y/o arenas, gravas, conglomerados y tobas arenosas que aún siendo permeables presentan espesores y áreas reducidas, por lo que no son susceptibles de contener agua económicamente explotable.

ESPECIFICACIONES

Para la elaboración de las unidades geohidrológicas se requiere disponer de la información recopilada y de la cartografía existente que permita su análisis congruente para una delimitación clara y de calidad de acuerdo a la bibliografía consultada, así como a las observaciones directas hechas en la etapa de inspección preliminar.

Se debe tener un original de unidades geohidrológicas antes de realizar la verificación de campo, en la cual se determinará la potencialidad hidrológica de la región, además de rectificar las clasificaciones mal interpretadas y ratificar las unidades que resultaron válidas. Cabe mencionar que todas las etapas contarán con la supervisión de los especialistas del Departamento de Hidrología del edificio sede en la ciudad de Aguascalientes.

La presentación de este original se realiza en película stabilene picada y ponchada, de acuerdo al caneavá correspondiente, utilizando como base de registro la información topográfica y del espaciomapa a la misma escala. Presentándose la delimitación de las unidades geohidrológicas agrupando los materiales que de acuerdo a los criterios se justifiquen. Estos contactos deben dibujarse con mina 7H marca dinagraph y ligarse con las cartas adyacentes.

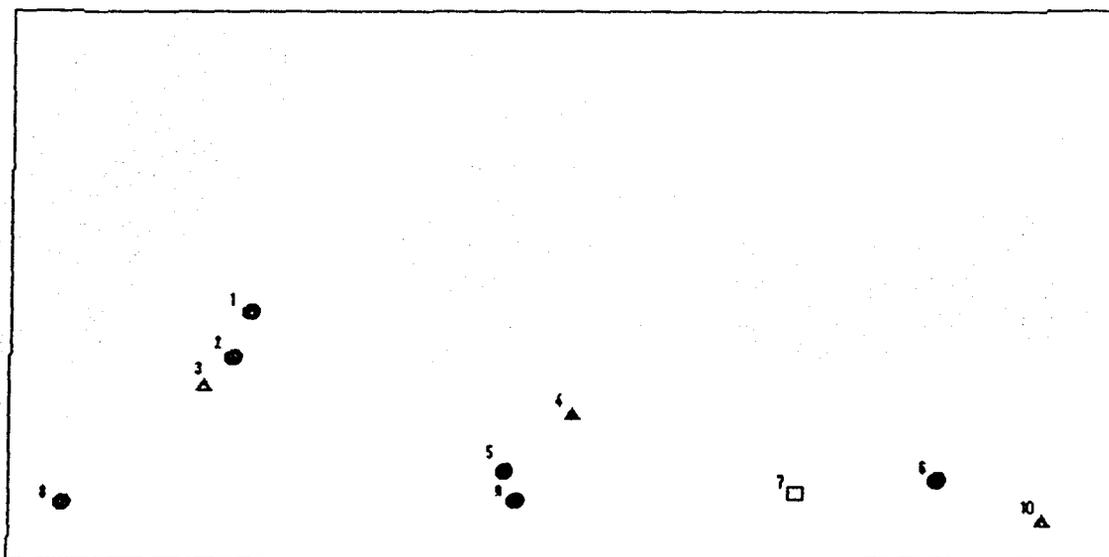
Original 2

Calidad del agua y Puntos muestreados

En este original se representan todos los aprovechamientos subterráneos antes inventariados en la inspección preliminar, verificación de campo y muestreo, con el objetivo de tener muestras representativas de la calidad del agua para fines de uso: doméstico, riego, industrial y agropecuario, mediante las siguientes etapas:

Los especialistas hidrólogos de las direcciones regionales junto con los especialistas de la D.G.G. en la ciudad de Aguascalientes, llevarán a cabo un análisis sobre los documentos topográficos a escala 1:50 000, que conforman el área de trabajo, con la finalidad de ubicar espacialmente los diferentes aprovechamientos que deberán ser muestreados, siguiendo sobre todo los criterios de distribución y número máximo permitido.

Los especialistas hidrólogos realizarán el muestreo de acuerdo al criterio anterior, para lo que utilizarán un recipiente de plástico con capacidad de un litro, el cual se enjuagará con la misma agua antes de ser llenado, posteriormente se sellará y se le pondrá un rótulo con la siguiente información: fecha, número de la muestra, tipo de aprovechamiento y las coordenadas del lugar obtenidas con G.P.S. Otras actividades que se realizarán y que ayudará a evaluar mejor el comportamiento grohidrológico de la zona son: medición del gasto del aprovechamiento, del nivel estático y nivel dinámico en metros, la temperatura del agua, conductividad eléctrica, entre otros.



Capa de calidad del agua y puntos muestreados

La clasificación del agua, está en función de los diferentes elementos que se analizan; a continuación se muestra la clasificación por sólidos totales disueltos y por la dureza, mismas que sufren modificaciones con respecto a la metodología anterior.

Clasificación en función de los sólidos totales disueltos (s.t.d.)

- Agua dulce 0 a 1000 mg/l
- Agua salobre –tolerable 1001 – 2000 mg/l
- Agua salada >2000 mg/l

Clasificación de dureza en cuanto a incrustación

- Suave 0-60 mg/l Ca CO₃
- Poco dura 61 – 120 mg/l Ca CO₃
- Dura 121 – 180 mg/l Ca CO₃
- Muy dura >180 mg/l Ca CO₃

Posteriormente ya contando con toda la información de campo, los aprovechamientos se numerará de norte a sur y de oeste a este, corroborando que ésta corresponda a la lista que se integrará en la parte posterior de la carta.

Los aprovechamientos visitados en la etapa de campo, deberán contar con información referente al diámetro de la tubería de descarga, temperatura del agua, nivel estático, nivel dinámico, gasto en litros por segundo, además de la numeración al ser muestreados.

Para la representación cartográfica de los aprovechamientos, los datos que se observarán serán los siguientes:

No. =Número definitivo de referencia al listado de la parte posterior de la carta

T= Temperatura en °C

NE= Nivel estático en metros

Q= Gasto en litros por segundo (lps)

PT= Profundidad total en metros

Los tipos de aprovechamientos subterráneos más comunes son: pozos, norias, manantiales y cenotes.

Algunas de las muestras colectadas serán analizadas in situ, además en el laboratorio para corroborar la información obtenida en campo, por lo que se llenará un formato de análisis fisico-químico, haciendo más fidedigna la información, en el formato se indicará el número de muestra, sus coordenadas, clave de la carta 1:50 000 y 1:250 000.

Se hace la transferencia de la información de escala 1:50 000 a 1:250 000 de la siguiente manera: se tendrá el original en papel stabiline punchado y picado previamente, el cual se sobrepondrá a la base topográfica y con sus coordenadas geográficas previamente obtenidas con GPS se ubicarán en el original 1:250 000 utilizando la siguiente simbología.

Pozo en acuífero confinado o semiconfinado
muestreado sin muestrear y ubicado



Pozo termal >30°C en acuífero confinado o semiconfinado:
muestreado sin muestrear y ubicado



Pozo en acuífero libre

muestreado sin muestrear y ubicado



Pozo termal >30°C en acuífero libre:
muestreado sin muestrear y ubicado



Nona

muestreado sin muestrear y ubicado



Noria Termal >30°C

muestreado sin muestrear y ubicado



Manantial
muestreado

sin muestrear

y ubicado



Manantial termal >30°C
muestreado

sin muestrear

y ubicado



Cenote

muestreado sin muestrear

y ubicado



Cenote termal >30°C

muestreado sin muestrear

y ubicado



Los círculos que representan a los pozos deberán ser de 2 mm de diámetro; los triángulos que representan a las norias serán equiláteros y deberán tener 2 mm. Por lado y el vértice hacia el sur de la carta; el diámetro del círculo de manantial de 2 mm, y el flagelo seguirá el flujo de la corriente hasta 5 mm y símbolo que represente al cenote será un rectángulo de 1.5 x 2.0 mm por lado.

Los aprovechamientos que fueron muestreados deberán aparecer en color según la clasificación de sólidos totales disueltos y los que no lo fueron, o sólo serán ubicados.

Original 3

Área de concentración de pozos, Área de veda, Estructuras geológicas y Línea de sección.

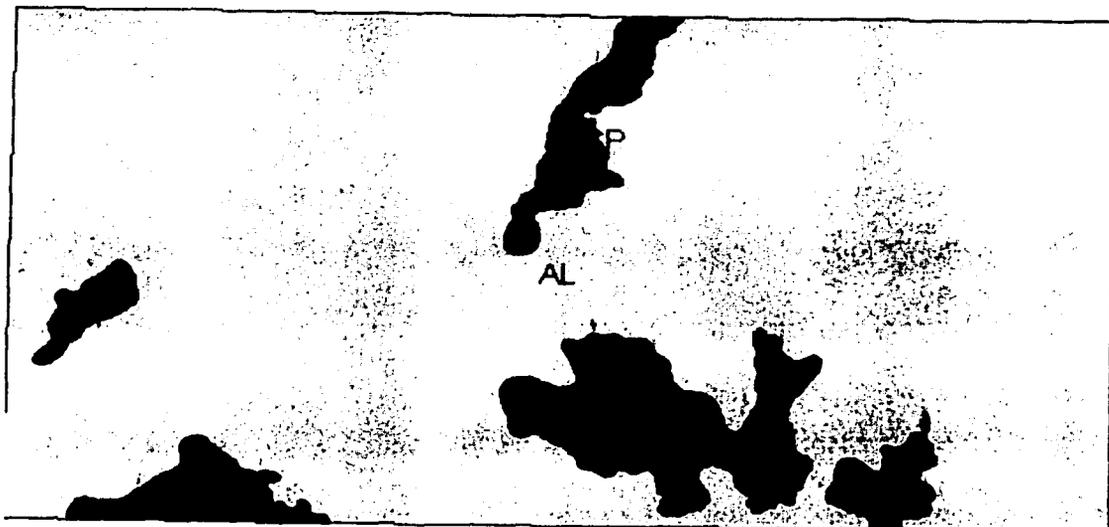
Área de concentración de pozos: la cantidad de aprovechamientos subterráneos que se consideran en una carta, son de acuerdo a la complejidad de la misma, a la existencia de los acuíferos y a la densidad de obras de extracción, por regla los aprovechamientos muestreados deben ser y serán mayor en número a los que reporten datos o estén simplemente ubicados, esto con la finalidad de mostrar información actualizada y veraz del comportamiento de los acuíferos y de los aprovechamientos.

Cartográficamente esta área se representa con una amiba, definida por una línea continua donde quedarán ubicados algunos pozos convenientemente distribuidos y perfectamente identificables, siendo estos los más representativos de la zona y que por razones de escala no es posible representar todos.

Los criterios para definir cartográficamente un área de concentración de pozos son los siguientes:

-Deberán existir más de tres pozos por cada cm^2 (6.25 km^2)

-Si existen uno o dos pozos más alejados al área de 1 cm^2 se analizará la posibilidad de incluirlos dentro del área de concentración.



Capa de concentración de pozos

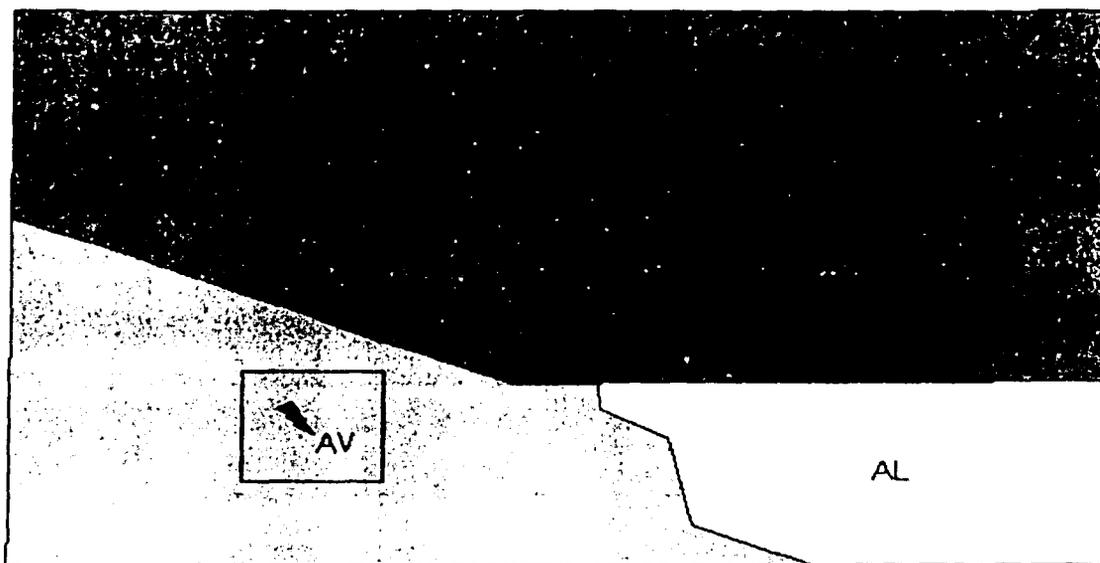
Es importante señalar que la línea de concentración no se sobrepondrá con la ubicación de los pozos, haciendo así; que resulte lo más continuo posible.

Área de Veda: la información de áreas de veda que se representa en la cartografía, es retomada del "Catalogo de Zonas de Veda para el Alumbramiento de Aguas Subterráneas en la República Mexicana", realizado por la antigua SARH, hoy CNA (Comisión Nacional del Agua), el cual contiene la recopilación de los decretos de Veda publicados en el diario oficial de la federación y en su caso actualizar los trazos de las diferentes zonas de veda.

Es usual que esta información sea recopilada en planos o mapas comúnmente estatales y de diferentes escalas; junto con el nombre y clave de la veda, la dependencia estatal que la administra o controla, la fecha de publicación del decreto y los municipios que parcial o totalmente conforman la zona de veda en cuestión, por lo que es necesario transferir esta

información por medio analógico o digital de la escala original a la de 1:250 000, y se representará en la carta con una línea de color rojo dentada, que servirá para indicar la zona vedada.

Es recomendable utilizar la carta topográfica correspondiente como marco de referencia en la ubicación y detalle del trazo.



Capa de área de veda

Estructuras geológicas: es ésta una entidad cartográfica que se incorpora a la Carta de Aguas Subterráneas, esta información se solicitará al departamento de geología de la D.G.G. y se incorporará fielmente, pero a criterio del especialista en turno, pues no todas las estructuras que aparecen en la Carta Geológica se plasmarán en la Cartografía Hidrológica y sólo las que son importantes para el comportamiento geohidrológico de la zona serán las que se representen.

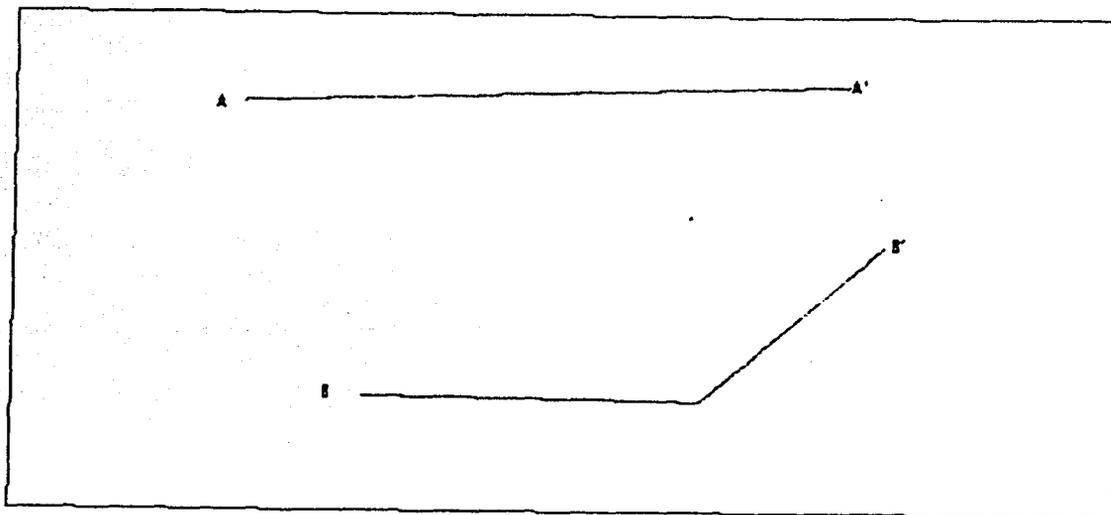


Capa de estructuras geológicas

Línea de sección geohidrológica: es ésta una línea que representa a la sección transversal geohidrológica, la cual proporciona la información de las características y comportamiento del agua en el subsuelo.

Se representará como una línea continua que contenga dos extremos los cuales serán representados por letras mayúsculas similares o primas.

- Es recomendable que la línea de sección cruce las principales zonas de recarga, de extracción y estructuras geológicas, para ofrecer una interpretación correcta del contexto geohidrológico regional.



Capa de línea de sección

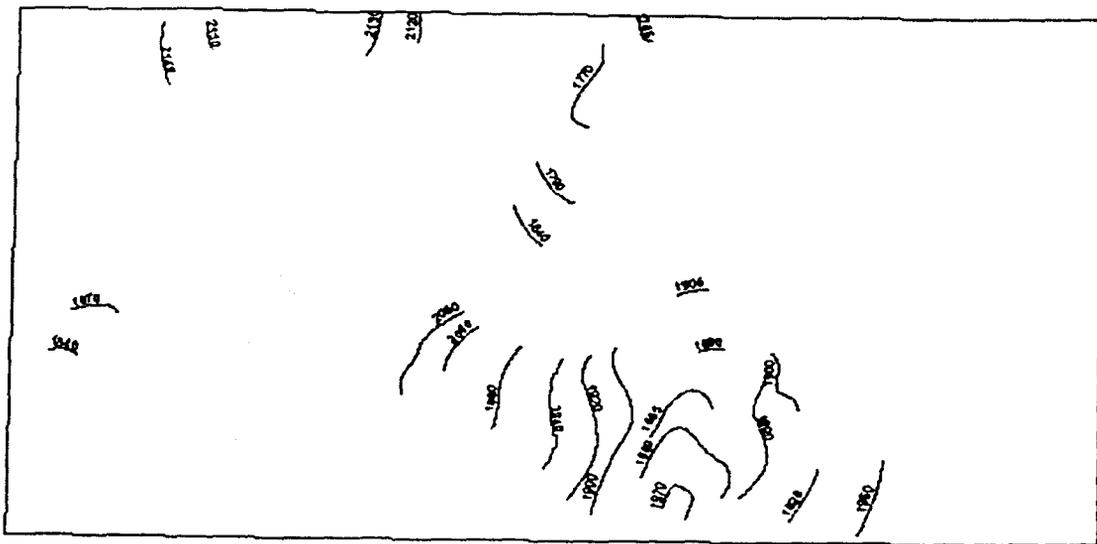
Original 4

Curvas de igual elevación al nivel estático y dirección del flujo subterráneo.

Curvas de igual elevación al nivel estático

Quedarán conformados con la altitud obtenida con G.P.S. o con la carta topográfica de la zona en escala 1:50 000, al nivelar los brocales desde el punto geodésico conocido, para posteriormente hacer un barrido de los aprovechamientos geohidrológicos y entonces hacer una compensación altimétrica, se procede a obtener la altura real del brocal de cada aprovechamiento al cual se le restará el valor del Nivel Estático para así obtener el valor piezométrico. Después por métodos de triangulación se obtiene el plano de curvas piezométricas que impera en la zona de explotación, las curvas serán representadas preferentemente a cada diez metros y podrá variar según el criterio del especialista y las

características de la región, sin olvidar que son curvas interpretativas de igual elevación al nivel estático en metros.



Capa de curvas de igual elevación del nivel estático.

Dirección del flujo subterráneo: al obtener los datos del Nivel Estático y la información altimétrica, así como los tipos de materiales geológicos y las estructuras se podrá determinar la dirección que sigue el agua en el subsuelo, para mayor precisión en el trazo es importante contar con la carta topográfica escala 1:50 000, así el flujo quedará indicado transversalmente al trazo de las curvas piezométricas con el siguiente símbolo.



Original 5

Sección geohidrológica:

Nos proporciona indicios del comportamiento del agua en el subsuelo de la zona de estudio, indicando el tipo y el espesor de las formaciones geológicas y por lo tanto las profundidades y espesores de las capas acuíferas existentes.

Las principales fuentes de información para la elaboración de la sección, son registros de pozos y observaciones en campo de afloramientos naturales donde la roca no ha sufrido alteraciones mayores por la acción de los agentes de intemperismo.

VIII. Elaboración de Informe.

Es la parte descriptiva que se ubica al reverso de la carta y que incluye:

- ❖ Generalidades.
- ❖ Unidades Geohidrológicas.
- ❖ Resultados de algunos muestreos especiales debido a las condiciones de cada región.
- ❖ Resultados del Análisis Físico-Químico, realizado sobre el censo de aprovechamientos subterráneos.
- ❖ Elaborar diagramas en base a concentración de aniones y cationes; para la clasificación de las familias de aguas.

GENERALIDADES. En este capítulo se integra la información de orden general relativa al agua subterránea, la cual contendrá:

1. **Localización y extensión.** ubicación del área de estudio dentro del contexto República Mexicana e indica la superficie del formato en kilómetros cuadrados.
2. **Clima.** Descripción breve de los climas predominantes con ayuda de la carta climática a escala 1:1 000 000, en orden de importancia y con relación morfológica de la zona y puntos geográficos. Deben presentar datos medios y totales anuales de temperatura y precipitación.
3. **Estratificación y Litología.** Esta descripción se basa en la carta geológica en escala 1:250 000 y el espaciograma a la misma escala e informe de las observaciones de

campo, ordenándolo por eras, períodos o épocas según sea el caso. Se mencionarán las características físicas y estructurales de las formaciones rocosas.

4. **Hidrogeología.** En este apartado se relacionarán las condiciones geológicas con las manifestaciones del agua subterránea visible en el perfil geohidrológico y para describir los acuíferos de mayor importancia y sus características principales como son: tipo, origen, material que lo constituye, calidad del agua, uso, localización y condición hidrológica. Además en forma breve el desarrollo económico que se deriva de estos aprovechamientos.
5. **Área de Veda.** Se consultará el "Catálogo de Zonas de Veda para el Alumbramiento de Aguas Subterráneas en la República Mexicana", para enlistar las vedas decretadas, nombre, fecha, dependencia que controla y municipios que afecta.
6. **Área de Concentración de Pozos.** Se indica el criterio en base a la densidad de pozos por unidad de área y se hará mención de la ubicación en el contexto de la carta.

UNIDADES GEOHIDROLÓGICAS.- En este apartado se define el concepto de unidades geohidrológicas y se describe cada una de las que hayan quedado representadas en la zona por medio de los siguientes conceptos:

1. **Localización.** Referente al marco geográfico y/o geohidrológico, en función de la disponibilidad de los datos.
2. **Materiales que lo constituyen.** Basado en la información geológica se justifica el agrupamiento efectuado el cual define la unidad.
3. **Características Físicas.** Se definirán las condiciones físicas que determinen la potencialidad y rendimiento hidrológico de la unidad.

4. **Características Geohidrológicas.** Se describirá cada unidad de acuerdo a los siguientes aspectos:

Marco Geológico.- Tipo de unidad, condiciones y fronteras geológicas

Tipo de Acuífero

Aprovechamientos (pozos, norias y manantiales)

Niveles (estáticos y dinámicos)

Gastos

Calidad del Agua

Familia

Flujo de Agua Subterránea (influencia y afluencia)

Temperatura

Usos

Recarga

La descripción de los acuíferos puede o no presentar toda la información dependiendo, de la densidad de obra, capacidad del acuífero de que trate y de los resultados de algunos muestreos especiales, desarrollados en las actividades de campo.

RESULTADOS DE ALGUNOS MUESTREOS ESPECIALES:

Dependiendo de los resultados determinados por el Laboratorio Portátil para análisis de aguas. La Motte's Mod. DC 1600; estos serán incorporados como un apartado para la descripción de los casos anómalos para cada unidad y en su caso: se podrán elaborar algunas tablas anexas para su mejor comprensión.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO:

Se representan a manera de tablas y diagramas; y se basan en los resultados de campo y de laboratorio del muestreo efectuado para determinar la calidad del agua en los aprovechamientos subterráneos.

Para comprobar la confiabilidad de los análisis se procede de la siguiente manera:

- ◇ Obtención de la suma de aniones y cationes
- ◇ Obtención del 6% de la suma que haya resultado mayor, siendo este resultado la tolerancia
- ◇ Se obtiene la diferencia entre aniones y cationes, la cual debe ser menor a la tolerancia obtenida anteriormente

Con esto se confirma que los datos son confiables.

Se transformarán los resultados químicos de campo y laboratorio de Meq/l a Mg/l, multiplicando cada elemento por su peso atómico, por ejemplo.

Ca – 20

Mg – 12

SO⁴ - 48

Triangulares para la representación gráfica de análisis de agua.

Se procederá a realizar Diagramas Triangulares para la representación gráfica de análisis de agua de Palmer-Pipper, para que se muestre gráficamente la relación de Meq/l o Mg/l de los elementos. Definiendo la familia química del agua de algunos de los valles del área en estudio.

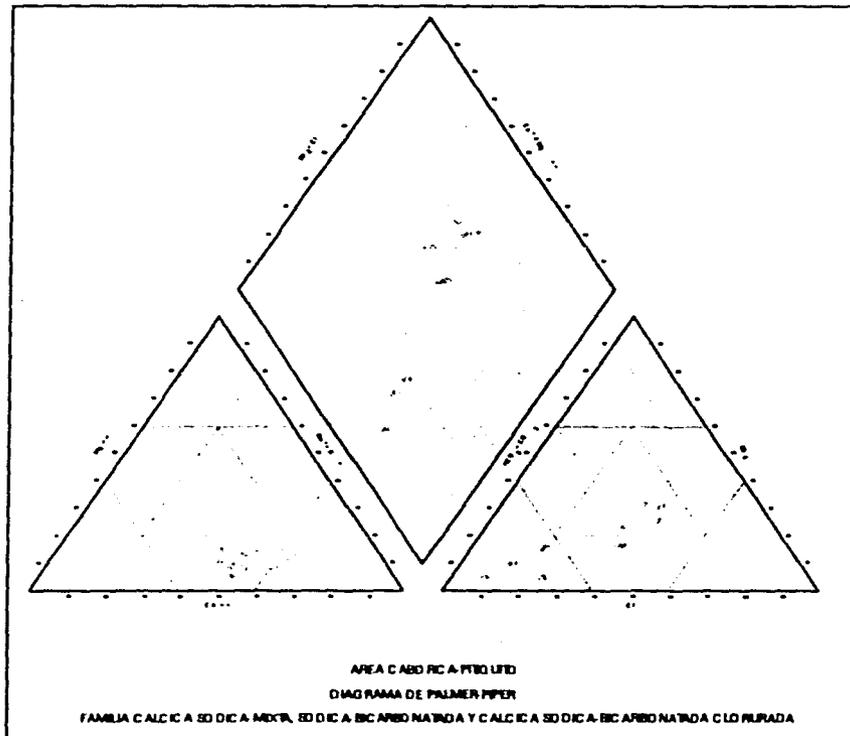


Diagrama triangular para la determinación de familias de agua

En un apartado se anexarán los parámetros utilizados para determinar la calidad del agua para riego, en función de la conductividad (C) y la relación de sodio (S).

Los cambios e innovaciones en la tabla de los resultados análisis químicos de aguas, son las siguientes:

Coordenadas Geográficas.

Potencial de Hidrógeno (pH), como información de campo.

Conductividad eléctrica (CE), como información de campo.

Coordenadas geográficas: Estas serán de grados, minutos y segundos; se ubicarán después del número definitivo del listado.

Potencial de Hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE) y total de sólidos disueltos (TSD); se subdividirá el renglón respectivo en dos, en la parte superior el dato de Laboratorio y en la inferior el dato de campo, por ejemplo:

pH	CE	Total de sólidos	
		disueltos	
7.8	0.95	655	Información de Laboratorio
8.0	1.02	780	Información de Campo

POSIBLES APLICACIONES DE LA CARTOGRAFÍA HIDROLÓGICA

En el Sector Agropecuario:

Desarrollo Agrícola

Desarrollo Pecuario

En el Asentamiento de:

Nuevos Centros de Población

Establecimientos de Polos Industriales

En la producción de energía eléctrica:

Estudios de Presas y Ríos

Zonas con disponibilidad de Recursos Hidráulicos

Proyectos de Investigación Científica

Evolución Geohidrológica

Evaluación Geohidrológica

Esta serie de posibles aplicaciones fueron propuestas, como resultado de una reunión realizada en las instalaciones del edificio sede del INEGI en la Cd. de Aguascalientes, en donde participaron todos los hidrólogos del instituto. Personalmente por mi perfil de geógrafo distinto al de la mayoría de mis compañeros (geólogos), realice algunas propuestas de aplicaciones para la planeación de desarrollo urbano e industrial, que finalmente fueron integradas al documento.

Como información complementaria, es importante plasmar dentro del informe las aplicaciones más relevantes para su caso en cada carta; mencionarlos en orden de importancia presente y futuro.

CRÉDITOS: Se pondrán por orden alfabético todas las instituciones y organismos los cuales proporcionaron información actualizada.

IX ENVÍOS A EDICIÓN: Es la etapa final en la elaboración de la carta en donde se efectúa una revisión de los originales, con el objeto de que se cumplan las especificaciones de los departamentos de edición e impresión para hacer entrega de los originales.

ACTIVIDAD PROFESIONAL

La actividad profesional que he desempeñado dentro del INEGI, se encuentra íntimamente ligada con la generación de esta nueva metodología que permite actualizar la Cartografía Hidrológica de Aguas Subterráneas escala 1:250 000, así como en la implementación práctica de ésta. En forma directa he trabajado en la actualización de las siguientes cartas en escala 1:250 000.

CARTA	CLAVE
Guadalajara	F-13-12
Pachuca	F-14-11
Cd. de México	E-14-02
Veracruz	E-14-03
Cd. Victoria	F-14-02

Algunas de éstas, incluso ya están publicadas y puestas a la venta tanto en formato digital como analógico, con la finalidad de ofrecer información geohidrológica de mejor calidad que en la serie I.

Todas estas cartas así como las que se han actualizado en otras Direcciones Regionales, son producto de esta actualización metodológica.

Con toda la capacitación antes mencionada, y la experiencia geohidrológica tanto en campo como en gabinete para producir cartografía hidrológica de aguas subterráneas, y por la necesidad institucional de ofrecer más y mejores publicaciones, participé, junto con un compañero de la Dirección Regional Occidente del INEGI, en la elaboración del Estudio Hidrológico del Estado de Jalisco, realizando dos capítulos y sus mapas correspondientes, para los cuales también realicé los trabajos de campo y, posteriormente, de gabinete; de igual manera sucedió con el Estudio Hidrológico del Estado de Puebla.

Otra publicación del INEGI en la que, por mi carácter de especialista hidrólogo, participo es la Síntesis Geográfica Estatal; particularmente he realizado el capítulo de hidrología con sus respectivos mapas, tablas y esquemas del estado de Morelos y Distrito Federal, para los cuales también realicé trabajo de campo (recolección de muestras) y de gabinete.

Paralelamente a los procesos de actualización y producción de cartografía de aguas subterráneas en escala 1:250 000 y algunos otros productos temáticos, en los que he tenido mi desarrollo y actividad profesional, la Dirección General de Geografía, conjuntamente con la Dirección de Planeación y Capacitación ofrecen capacitación permanente como parte de un proceso integral de desarrollo y formación. Particularmente he tenido la oportunidad de participar en algunos cursos y diplomados entre los que destacan los siguientes:

DIPLOMADOS

- Diplomado en Sistemas de Información Geográfica 1996, del 7 de Octubre al 15 de Noviembre, INEGI, Aguascaliente, Ags.
- Diplomado en Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica “Aplicado al manejo y ordenamiento de los recursos naturales” 1998; del 20 de marzo al 22 de Mayo, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México, D. F.
- Diplomado en Planeación Ambiental, 2000 del 5 de Mayo al 25 de Noviembre, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca Estado de México.

CURSOS

- SIG Caso de Estudio, INEGI 1994
- Diseño de Base de Datos, INEGI 1995
- Formación de Instructores, INEGI 1998
- Desarrollo Organizacional, INEGI 1999
- Auto Cad V.12, INEGI 1998
- Prácticas de G.P.S., INEGI 1998
- Hidrología Aplicada, INEGI 1998

-Arc/Info Básico, INEGI 2001

-Arc/View Básico, INEGI 2001

-Arc/View Avanzado, INEGI 2001

Éstas son algunas de las actividades académicas que he tenido dentro de INEGI, con el propósito de fortalecer la práctica profesional y así ofrecer a los usuarios de la información hidrológica productos de la más alta calidad.

También he tenido la oportunidad de participar junto con un grupo de especialistas en las diferentes cartas temáticas que genera el INEGI, como ponente de los productos hidrológicos que se realizan dentro de este instituto; los organismos que han convenido con el INEGI para recibir estas pláticas son:

-SEP-CONACYT.

-Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.

-Escuela Nacional de Antropología e Historia.

-Escuela Normal Superior de México y la Mapoteca Nacional de la ENSM.

-SEP. Dirección General de Educación Secundaria Técnica.

De forma genérica estas son las actividades profesionales que en conjunto he desarrollado en los últimos años dentro del INEGI.

Finalmente dentro del proceso de actualización de la Carta de Aguas Subterráneas en escala 1:250 000, se detectó desde el año 2000, la necesidad de contar con la cartografía en formato digital, el resultado fue que se efectuaron algunos ajustes o cambios a la metodología sobre todo en los aspectos de incorporar las nuevas tecnologías al proceso de elaboración de la carta y sin cambios a los aspectos conceptuales de la geohidrología.

La idea fundamental se encuentra tomando forma, pues se están realizando ejercicios de prueba que permitan incorporar todas estas nuevas técnicas para la elaboración de las

cartas, de tal forma que en la actualidad ya todos los insumos cartográficos son en formato digital; y a diferencia de generar originales de impresión en forma analógica hoy se generando coberturas de información, que se puedan sobreponer o sumar para realizar un mejor análisis espacial del entorno geohidrológico. Asimismo lo que analógicamente era un rodal, un pozo, una zona de veda, etc., en la actualidad son entidades cartográficas con una serie de atributos incorporados a una base de datos geográficos.

Todos estos cambios tecnológicos son, para la Dirección General de Geografía, una necesidad imperante, pues por un lado el INEGI se encuentra conformando lo que se conoce como el SNIG (Sistema Nacional de Información Geográfica), el cual contará con toda la información cartográfica, tanto básica como temática, en sus diferentes escalas; y por otro, los usuarios externos de esta información cartográfica, la solicitan primordialmente en formato digital, pues la gran mayoría de trabajos, proyectos o investigaciones ya son realizados en plataformas de Sistema de Información Geográfica, por lo tanto los insumos, el análisis y los resultados son totalmente digitales.

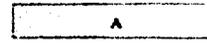
En resumen la evolución de la metodología es constante y trata de responder oportunamente a las necesidades de los usuarios de la información Cartográfica de Aguas Subterráneas, por lo que seguramente y de acuerdo con los avances tecnológicos y conceptuales pronto podrá tener nuevos cambios.



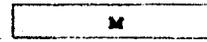
Guadalajara F-13-12. Serie II Detalle. Carta Hidrológica Aguas
Subterráneas Esc. 1:250 000.
Fuente: INEGI. D.G.G.

UNIDADES GEOHIDROLÓGICAS

MATERIAL CONSOLIDADO CON RENOVIMIENTO ALTO > 40 LPS



MATERIAL CONSOLIDADO CON RENOVIMIENTO MEDIO 10 - 40 LPS



MATERIAL CONSOLIDADO CON RENOVIMIENTO BAJO < 10 LPS



MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES MEDIAS



MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES BAJAS



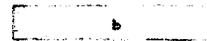
MATERIAL NO CONSOLIDADO CON RENOVIMIENTO ALTO > 40 LPS



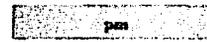
MATERIAL NO CONSOLIDADO CON RENOVIMIENTO MEDIO 10 - 40 LPS



MATERIAL NO CONSOLIDADO CON RENOVIMIENTO BAJO < 10 LPS



MATERIAL NO CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES MEDIAS



MATERIAL NO CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES BAJAS



DETALLE DE ATRIBUTOS DEL APROXIMAMIENTO



**Guadalajara F-13-12. Serie II Detalle. Tira Marginal Carta Hidrológica.
Aguas Subterráneas Esc. 1:250 000.
Fuente: INEGI. D.G.G.**

CONCLUSIONES

La carta de aguas subterráneas en escala 1:250 000 tanto en la serie I como en la serie II, describe las condiciones geohidrológicas definiendo las zonas con mayores o menores posibilidades de almacenar y transmitir el agua sin embargo, por el tipo de metodología en la serie I las unidades geohidrológicas se clasifican según sus posibilidades y en la serie II la clasificación es de mayor detalle, pues se considera el rendimiento de las unidades geohidrológicas y no sólo las posibilidades, así el número de unidades para la serie II, es mayor; tan solo por rendimiento existen tres tipos de clasificaciones y dos por posibilidades, esta clasificación aplica para los materiales consolidados y no consolidados. en resumen para la serie I se contemplan seis diferentes unidades tomando en cuenta solamente las posibilidades geohidrológicas y para la serie II el número de unidades es de diez dado que se considera también el rendimiento de las unidades geohidrológicas mediado en campo.

Es importante saber que la cartografía geológica en escala 1:250 000 que produce el INEGI es la base fundamental, junto con el espaciograma, para la realización de la carta de aguas subterráneas escala 1:250 000; por lo que se requiere también que el especialista responsable de la actualización tenga un conocimiento profundo del marco geológico para poder interrelacionarlo con el comportamiento del agua subterránea y así poder estimar con mayor seguridad las clasificaciones que para el INEGI presenta cada una de las unidades geológicas de cada carta.

La clasificación de las diferentes unidades geohidrológicas en la serie II a diferencia de la primera, permite conocer mejor el comportamiento del agua en el subsuelo de cada una de las unidades litológicas presentes. Indica cuando un material es consolidado y tiene pocas

posibilidades de contener agua y que por lo tanto mas bien se comporta como una barrera impermeable confinante de otras unidades geohidrológicas, con escurrimiento superficial alto y en baja medida hasta como zona de recarga o bien puede indicarse con permeabilidad secundaria señalada por un intenso fracturamiento, alta disolución o por la estructura en que se encuentra; en otros casos el material consolidado según sus características físicas y químicas puede actuar como receptor de importantes volúmenes de agua y que es factible de explotar, registrando gastos medianos y altos. En el caso de los materiales no consolidados la clasificación dependerá mucho de la granulometría del material que lo conforma y del tipo de acuífero (libre o confinado), así como de la precipitación, la situación estratigráfica y el espesor; de tal modo que podremos encontrar unidades no consolidadas con los tres tipos de rendimiento y las dos posibilidades de explotar el agua subterránea en condiciones económicamente explotables.

Para determinar las diferentes entidades cartográficas en el proceso de actualización de la carta, es muy importante tener en cuenta el aspecto de la aplicabilidad de la información que se genera; pues el enfoque principal que se le ha dado a la cartografía hidrológica desde su primera versión es para el sector agrícola, pues es éste el que presenta mayor demanda del importante líquido, no por uso la carta no podrá tener otras aplicaciones sectoriales como el industrial y turístico entre otros.

La actualización cartográfica muestra en términos genéricos, la distribución espacial del agua en el subsuelo del país, la carencia, la existencia y el consumo, también proporciona una idea clara de la vital importancia del agua subterránea para el consumo humano y el desarrollo de actividades agropecuarias o industriales.

La importancia y situación geohidrológica actual de los acuíferos en México, ha motivado que la Comisión Nacional del Agua promueva decretos que permitan controlar la

perforación de pozos, estos decretos ocupan áreas conocidas como (zona de veda), las cuales se representan en la carta, con la idea de conocer su ubicación espacial en el Territorio Nacional.

Es necesario conocer que por cuestiones de escala, no es posible representar todos los aprovechamientos de agua subterránea en lugares donde estos son abundantes y por ello es que se delimita el área conocida como zona de concentración de pozos, la cual muchas veces coincide con las zonas agrícolas del país y que generalmente presentan alta productividad, esta información no es sólo importante porque muestra espacialmente donde hay aprovechamiento abundante del agua subterráneas, pues también indica la posible presencia de problemas geohidrológicos presentes o futuros, sobretudo por la posible sobreexplotación que los aprovechamientos abundantes pueden provocar.

En los principales acuíferos detectados en el país, se realiza el análisis y determinación de la dirección del flujo subterráneo del agua, y así se conoce la tendencia del nivel estático, lo que permite conocer el comportamiento geohidrológico de la zona; se delimitan espacialmente las zonas de recarga y descarga naturales de los acuíferos, también se presentan cartográficamente las zonas de abatimiento o de intrusión salina en su caso.

Uno de los aspectos más importantes en este proceso de actualización es la cantidad y calidad de información puntual (alfa-numérica) que se proporciona a los usuarios; esta información es la caracterización de todas las entidades cartográficas representadas espacialmente (atributos), las más destacadas son los aprovechamientos y las unidades geohidrológicas, pues es información que generalmente se deriva del trabajo de campo. En cuanto a los aprovechamientos, esta información se divide en dos importantes rubros: calidad del agua y características de los aprovechamientos, los seleccionados son aquellos

que presentan características que representan las condiciones geohidrológicas regionales; estos pueden ser pozos, norias o manantiales.

Estos son los aspectos más generales que ofrece este proceso de actualización cartográfica, sin embargo la cartografía hidrológica tiene su propia historia no siempre paralela a la evolución de otras cartas temáticas ni a la de la D.G.G. dentro del INEGI, situación difícil de comprender pues el agua como recurso para el hombre es indispensable.

Actualmente existe una corriente dentro de la D.G.G. , en la cual se le está dando prioridad institucional a la cartografía hidrológica, pues parece que se está entendiendo la idea de diferentes niveles, que el agua es un recurso que debe de ser estudiado y monitoreado en forma permanente por su movilidad natural y la importancia que tiene en el desarrollo de la vida del hombre, por lo tanto todos los procesos metodológicos de campo y gabinete expuestos en este trabajo, son objeto de revisión, y en su caso de actualización, con el único propósito de ofrecer a los usuarios productos hidrocartográficos de la mejor calidad, tanto en tiempo como en forma.

Todas estas conclusiones, son el resultado de un análisis de la cartografía, considerando principalmente sus antecedentes, el proceso de actualización con todos sus apartados y sus posibles aplicaciones desde un punto de vista preferentemente geográfico.

Por las características del presente informe, es importante señalar conclusiones personales con respecto al significado profesional del proceso de actualización de la cartografía hidrológica de aguas subterráneas escala 1:250 000.

En mi opinión, desde la perspectiva profesional el participar directamente en este proyecto tan importante para el INEGI, me deja grandes enseñanzas técnicas con respecto al comportamiento y características del agua subterránea, así como el reconocer la

importancia que tiene para el desarrollo de la gran mayoría de las poblaciones tanto rurales como urbanas en nuestro país.

Por otro lado, recibir capacitación, tanto del tema hidrológico como de cualquier otro tópico relacionado con los aspectos geográficos de manera permanente, es algo que me permite seguir aglutinando conocimientos, para tener un mejor desarrollo y sobre todo tener un claro sustento teórico que me permita realizar adecuados análisis del espacio geográfico y así tomar siempre la mejor decisión.

Otro aspecto en el que he mejorado notablemente, con respecto al término de los créditos de licenciatura, es el conocimiento y manejo de cartografía, tanto básica como temática, específicamente en el tema de aguas subterráneas; así como un mayor manejo de escalas de representación espacial y de proyecciones cartográficas, las cuales están íntimamente relacionadas; en resumen considero que cuando se conoce mejor la cartografía se puede utilizar como una importante herramienta geográfica que permite representar espacialmente casi cualquier tema.

Para mi como geógrafo, fue difícil trabajar con otros profesionistas, normalmente geólogos, por considerar que el tema de aguas subterráneas es sólo de su competencia, por lo que técnicamente resulta difícil que acepten propuestas o peticiones. Sin embargo con el ánimo de aportar en aspectos medulares del desarrollo metodológico he realizado propuestas, fundamentalmente para el trabajo de campo (muestreo) que requiere la elaboración de la carta y en trabajos de recopilación y análisis de la información bibliográfica y cartográfica que se requieren para realizar un adecuado trabajo de campo.

Mi opinión como geógrafo con respecto al proceso de actualización de la carta de aguas subterráneas, que realiza el INEGI, tiene diferentes apartados: con respecto a la metodología me parece que es lo suficientemente clara y específica como para que

cualquier profesional que maneje alguna de las ciencias de la tierra, sea capaz de actualizar cualquier carta en escala 1:250 000 de aguas subterráneas, lo que evita que por el movimiento natural del personal dentro del INEGI, el proyecto de actualización pierda continuidad. Por otro lado los conceptos temáticos y cartográficos, desde mi óptica, son lo suficientemente claros para dar a los usuarios una visión general de la geohidrología de México. Además la metodología sí es empleada proceso por proceso, en forma ordenada, y permite planificar adecuadamente los tiempos y presupuestos institucionales.

Por otra parte el enfoque que se le da a la carta es estrictamente geohidrológico, pues los aspectos medulares que definen las características principales de la carta son la litología, con sus características físicas, químicas y genéticas, las topoformas, las estructuras geológicas y la existencia o ausencia de aprovechamiento de agua subterránea.

Finalmente la carta actualizada ofrece a los usuarios resultados generales, pero oportunos, de cómo se comporta el agua subterránea en su recorrido natural, pues clasifica los diferentes tipos de roca en unidades geohidrológicas, muestra una sección geohidrológica que permite interpretar más adecuadamente el entorno geohidrológico de la carta define espacialmente las zonas de descarga de agua subterránea asociada a concentraciones de pozos, expone la delimitación de las diferentes zonas de veda decretadas por la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.), para finalizar con una tabla de resultados de análisis de campo y laboratorio de muestras de pozos, norias y manantiales, que junto con el resto de la información tienen como objetivo mostrar un panorama claro y genérico de el agua subterránea.

Finalmente, desde mi perspectiva geográfica creo que esta carta al igual cualquier otra carta temática, es un insumo importante que puede ayudar a realizar diferentes trabajos de análisis espacial, que permitan conocer mejor la integridad del comportamiento del espacio

geográfico, considerando que en la actualidad con la ayuda de los sistemas de información geográfica (SIG), los esquemas de análisis geográficos son cada vez más ambiciosos puesto que la cantidad de información que se puede manejar, permite realizar mejores análisis que facilite realizar los más adecuados proyectos de desarrollo en beneficio de México y el fortalecimiento de la comunidad geográfica.

Bibliografía

Basulto, Hilda. *Curso de Redacción Dinámica*. Trillas 1995.

Blyth, A.Margaret y De Freitas, Mary, *Geología para Ingenieros*, Continental, México 1989.

Custodio Ramos, Emilio y Llana Leal, Manuel. *Hidrología Subterránea*, Omega, España. 1976.

Díaz Cisneros, Luis Rafael. *Sistemas de Información Geográfica*. Universidad Autónoma del Estado de México. UAEM. México 1992.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI. *Modernización del INEGI y el Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994*. INEGI, México 1994.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. INEGI. *México*. INEGI. INEGI, México 1997.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. INEGI, Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. SEMARNAP. *Estadísticas del Medio Ambiente*. INEGI-SEMARNAP. México 1997.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. INEGI. *Actualización de la Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas Escala 1:1350 000 Serie II*. INEGI. México 1997.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. INEGI. *Metodología de Actualización de los Conjuntos de Datos Hidrológicos. Serie II. Aguas Subterráneas Escala 1:250 000*. INEGI. México 2002.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI. *Inducción al Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática*. INEGI. México 1994.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática INEGI. *Manual de Organización Específica*. INEGI, México 1994.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI. *Catálogo de Productos y Servicios*. INEGI, México 2001.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI, *INEGI a tu servicio*. INEGI, México 1986.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI. *Ley de Información Estadística y Geográfica*, INEGI, México 1984.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI, *Carta de Aguas Subterráneas Escala 1:1000 000 Serie I*, INEGI, México 1983.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI, *Carta de Aguas Subterráneas Escala 1:1000 000 Serie II*, INEGI, México 1998.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI. *Carta de Aguas Subterráneas Escala 1:250 000 Serie I*, INEGI, México 1985.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI, *Carta de Aguas Subterráneas Escala 1:250 000 Serie II*, INEGI, México 2000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI, *Carta Geológica Escala 1:250 000 Serie I*, INEGI, México 1982.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI. *Carta Topográfica Escala 1:250 000 Serie II*, INEGI, México 1999.

Secretaría de Programación y Presupuesto. S.P.P. *Elaboración de la Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas a Escala 1:250 000*. S.P.P. México 1982.

CONSULTAS INFORMATICAS

INEGI <http://intranet.dgg.inegi.gob.mx>

www.inegi.gob.mx



**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA**