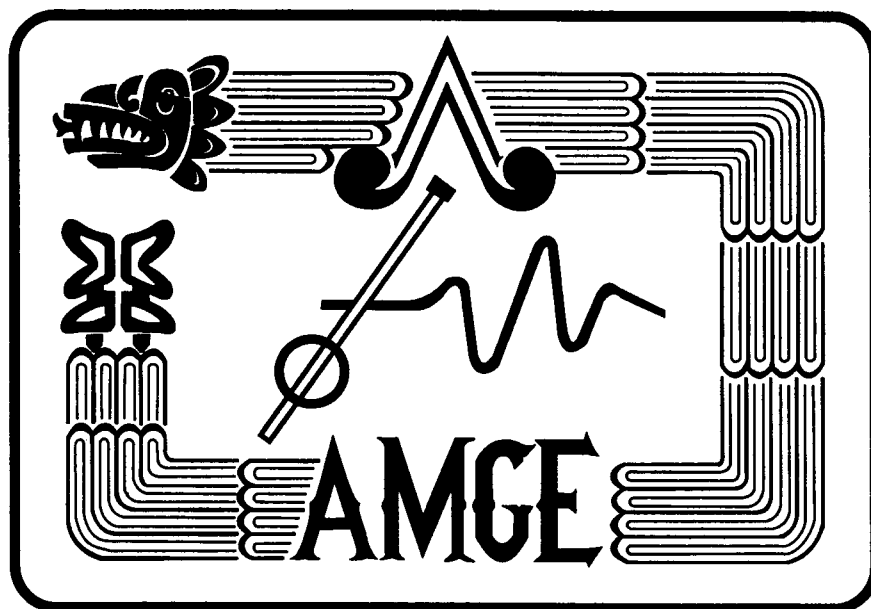


**Boletín de la**  
**ASOCIACIÓN MEXICANA DE**  
**GEOFÍSICOS DE EXPLORACIÓN**



*Contenido*

**Editorial**

*i*

**Dirigiendo tu Profesión en la Industria del Petróleo:  
Planea, Pide, Aprende, Haz, Disfruta**

**Eve Sprunt**

*3*

**¿Qué hay detrás de las Aplicaciones Gráficas usadas  
en Ciencias de la Tierra?**

**Nicolás Mora Cornejo**

*13*



## **Editorial**

*Con este número deseamos iniciar una nueva etapa de nuestro Boletín. Sentimos que es urgente una etapa de transición para modificar su formato, acelerar su publicación y lograr, a mediano plazo, que sea periódico y de gran interés para todos los miembros de la Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración (AMGE). Esperamos contar con la colaboración del lector para someter manuscritos y/o ayudar en su revisión y edición.*

*Este número contiene dos textos de divulgación. Confiamos en que ambos satisfarán el interés de nuestros miembros y motivarán a la discusión sobre estos temas. Los árbitros de este esfuerzo fueron José Manuel Castillo Covarrubias, Alfonso González Ibarra y Gabriel Vázquez Jiménez.*

**Sergio Chávez Pérez**  
**Editor**



# ***DIRIGIENDO TU PROFESIÓN EN LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO: PLANEA, PIDE, APRENDE, HAZ, DISFRUTA<sup>1</sup>***

***Eve Sprunt***

*Chevron Corporation (antes Mobil Oil Corporation). Email: [espr@chevron.com](mailto:espr@chevron.com)*

*Traducción: Sergio Chávez Pérez<sup>2</sup>*

## **La vida se extiende ante ti**

A diferencia de la escuela, donde la capacitación se mide cuando mucho en años, una profesión puede medirse en décadas. No hay el equivalente a un catálogo universitario listando cursos obligatorios, recomendados y opcionales. Y a la mayoría de la gente no se le asigna un mentor, el equivalente en el mundo del trabajo a un asesor universitario.

¿Entonces cómo vas a construir tu desarrollo profesional en la industria del petróleo?

Las corporaciones ya no ofrecen empleo de por vida a cambio de lealtad. El mito de una sombrilla corporativa segura que te protegerá ha sido destrozado por despidos y subcontrataciones.<sup>3</sup> En el viejo sistema, mucha gente suponía erróneamente que su compañía cuidaría de ellos. Pero a nadie le importa tanto tu desarrollo profesional como a ti. Nadie más tiene tanta información acerca de tus preferencias y prioridades. El lema es “tú eres responsable de tu propio desarrollo profesional.” Si aceptas esa responsabilidad tu futuro será brillante. Tomar la responsabilidad implica definir metas profesionales, desarrollando habilidades, aprendiendo nuevas habilidades, participando en una comunidad profesional y balanceando tu cartera emocional.

## **Habilidades Técnicas**

La seguridad de trabajo es estar bien capacitado.

La capacitación es más que educación formal y grados; es la adquisición continua de habilidades vendibles. Tu capacitación técnica actual puede conseguirte un trabajo, pero no te mantendrá atractivo como empleado o consultor a través de un desarrollo profesional de décadas.

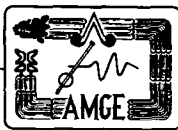
---

<sup>1</sup> Tomado del URL: <http://www.agiweb.org/agi/career/sprunt.html>.

En el texto hay varias palabras con significados difíciles de expresar en Español. En particular, traducir parte del título (*Managing your energy career: plan. ask. learn. do. enjoy*) fue un reto para el traductor. Se decidió, por claridad, usar “industria del petróleo” en lugar de “energy” y traducir “career” como “profesión,” como “ejercicio de la profesión” y/ o como “desarrollo profesional.”

<sup>2</sup> Investigador, Gerencia de Prospección Geofísica, Dirección Ejecutiva de Exploración y Producción, Instituto Mexicano del Petróleo, Eje Central Lázaro Cárdenas 152, México, DF 07730, MÉXICO. Email: [schavez@imp.mx](mailto:schavez@imp.mx)

<sup>3</sup> *Outsourcing*.



No importa que tan buena haya sido tu educación en la universidad, te harás técnicamente obsoleto en aproximadamente 5 años si no te mantienes actualizado.

Considera cómo las herramientas de la tecnología han sido revolucionadas en las últimas dos décadas. Mucha gente en la industria del petróleo actual utilizó reglas de cálculo en la universidad, pero ahora no viajarían sin una computadora portátil.

La educación continua, autodirigida es crítica para permanecer técnicamente competente.

## **Encuentra lo que necesitas**

No confíes en tu compañía para identificar la mejor capacitación para ti. Determina donde quieres ir y decide tú mismo que capacitación necesitas para llegar ahí.

Hay muchas oportunidades de educación continua. Si tu compañía ofrece cursos, aprovéchalos. Aún cuando tengas una fuerte carga de trabajo, debes hacerte tiempo para capacitación.

Muchas sociedades profesionales ofrecen cursos de capacitación durante sus reuniones. Además de la educación, tales cursos son una oportunidad excelente para conocer gente y hacer amistades. El desarrollar una fuerte red personal es al menos tan importante como mantener tu competencia profesional.

## **Pide**

La capacitación se da de muchas maneras. Quizá la forma más valiosa de capacitación es la experiencia práctica.

Si quieres aprender cómo hacer algo, no esperes a que te seleccionen. Tu supervisor puede no tener idea que estás interesado en adquirir una habilidad particular. Habla y sé explícito acerca de lo que te gustaría hacer.

Algunos de nosotros podemos encontrar muy difícil pedir lo que queremos. Sin embargo, si nunca pides, la dirección puede suponer que no tienes interés en ciertos tipos de tareas. En el mundo de los negocios las recompensas no van necesariamente a aquellos que las merecen.

## **Pide lo que quieres.**

Si algo es especialmente importante para ti, no dejes que te disuadan con una sola negativa. Las circunstancias pueden cambiar. Puedes tener una mejor recepción la segunda vez que hagas la solicitud.

Si se te rechaza consistentemente, has obtenido información valiosa sobre tu relación con tu empleador y puede ser tiempo de que busques un mejor puesto con otra compañía.



En algunos casos puedes obtener lo que quieres estirando los límites que percibes se han puesto en ti. A menudo estos límites están más rígidamente fijos en tu mente que en otro sitio. Entre más estires tus límites, tanto aquellos impuestos interna como externamente, más fácil serán de estirar.

Puedes lograr mucho cuando tomas acción razonable suponiendo que “es más fácil pedir perdón que pedir permiso.”

## **Comunicaciones y Habilidades Interpersonales**

Muchos estudiantes universitarios considerando una profesión en la industria del petróleo se han concentrado en lo que consideran cursos técnicos serios. Los “cursos fáciles” de escritura, hablar en público y conducta organizacional se ven a menudo con desdén.

Pero la comunicación concisa, clara y las buenas habilidades interpersonales son hoy tan importantes como la competencia técnica.

Por muchos años, buenas habilidades técnicas y trabajo duro casi te garantizaban un trabajo de por vida. No te enriquecías, pero permanecías empleado. La competencia técnica se valoraba tan altamente que podías arreglártelas sin adquirir los encantos sociales de siempre. El estereotipo del experto técnico con habilidades interpersonales abajo del estándar tiene algo de verdad.

## **No te aisles**

Ahora, las reducciones en tamaño de las empresas,<sup>1</sup> la reducción de la fuerza de trabajo<sup>2</sup> y la reorganización<sup>3</sup> son formas de vida. Y el cambio organizacional constante será parte del ambiente de trabajo del mañana.

Aquellos que no tienen sus antenas sintonizadas para sentir el cambio político más reciente son cada vez más víctimas de las series de despidos.<sup>4</sup>

En los grandes despidos muchas “cuentas” se arreglan. El tecnólogo socialmente discapacitado puede despedirse antes de colegas más astutos, pero menos talentosos.

La persona socialmente inepta<sup>5</sup> es una especie en peligro de extinción. Aún para aquellos con grados avanzados, las paredes de las torres de marfil se han empezado a caer.

---

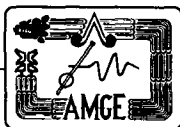
<sup>1</sup> *Downsizing.*

<sup>2</sup> *Right sizing.*

<sup>3</sup> *Reengineering.*

<sup>4</sup> Otra versión de *downsizing.*

<sup>5</sup> *Nerd.*



## Construye una reputación

Tu reputación es un bien muy valioso. Toma mucho tiempo construirla, pero se daña fácilmente. Desde fuera, la industria del petróleo parece ser una industria global inmensa, pero te sorprenderá su comunidad de enlaces personales entrettejidos. Las redes crecen aún más estrechas con correo electrónico, *faxes* y una mejorada transportación global.

Hay pequeños, estrechos círculos exclusivos dentro de cada especialidad y subespecialidad. Sus integrantes se conocen. Y aún cuando no se han presentado, los integrantes principales están familiarizados con las reputaciones de sus contrapartes en todo el mundo. Un buen comentario de un amigo o de un amigo de un amigo puede ser la gran diferencia al conseguir un trabajo, realizar una venta, o al conseguir que se acepte un trabajo técnico para presentación en una conferencia.

Las relaciones de largo plazo se aprecian en todos lados. Debes suponer que cada relación será de largo plazo. Puedes estar trabajando con alguien durante los próximos 30 años dentro de una compañía o cuando ambos se mueven en la industria.

Ve a cada quién como un amigo. Si alguien prueba no ser de fiar, no consideres a esa persona como enemiga, sólo incrementa tu nivel de alerta en interacciones futuras.

## Comunícate

Muy poca gente tiene un mentor que promoverá y empacará su trabajo para ellos. No sólo para sobrevivir —sino también para avanzar— debes ser capaz de explicar claramente la importancia de tu trabajo y la contribución del trabajo al fin esencial de tu empleador.

Desde la entrevista de trabajo y a través de presentaciones de trabajo rutinarias e interacciones cotidianas, tendrás que venderte a ti mismo y vender tu trabajo.

Parte de ese esfuerzo de autoventa implica escritura de negocios. La escritura de negocios difiere de la escritura expositiva y de la documentación técnica clásica. No estás escribiendo una obra de misterio que termina con una sorpresa. Las probabilidades de que el lector sólo eche una ojeada al principio de un informe son grandes; así que las conclusiones más importantes deben ir por delante.

No escondas tu *titular de primera plana*<sup>1</sup>. Realmente todo tu excelente trabajo técnico sólo es apoyo a tus conclusiones. Debe estar disponible si alguien se interesa, pero no se debe esperar que el lector se abra paso entre detalles.

---

<sup>1</sup> *Headline.*



## Sociedades Profesionales

Como empleado nuevo puede haber la tentación de enfrascarte en tu trabajo e ignorar la comunidad profesional fuera de tu compañía.

Este es un error.

Mientras que los contactos personales pueden o no jugar un papel en aterrizar en tu primer puesto, los contactos son muy importantes en cambios de trabajo posteriores. La importancia de los contactos se incrementa con el nivel del puesto que estás buscando.

Si restringes tu actividad profesional a la de tu compañía, te estás perdiendo una oportunidad gigante para expandir y demostrar tus habilidades.

Cada disciplina principal tiene una sociedad técnica como la Sociedad de Ingenieros Petroleros (*Society of Petroleum Engineers*), la Sociedad de Geofisicos de Exploración (*Society of Exploration Geophysicists*) y la Asociación Americana de Geólogos Petroleros (*American Association of Petroleum Geologists*). Las disciplinas más reducidas o especialidades pueden tener sociedades separadas o grupos de interés dentro de las sociedades más grandes, como la Sociedad de Analistas Profesionales de Registros de Pozo (*Society of Professional Well Log Analysts*) y la Sociedad de Analistas de Núcleos (*Society of Core Analysts*).

Algunos grupos se enfocan en una área geográfica, reuniéndose para comer, cenar o para torneos de golf. Otros se enfocan en aspectos técnicos y pueden tener un alcance global. Todos estos grupos siempre están buscando gente confiable, responsable que ofrecerá su tiempo para ayudar a dirigir la organización.

Puede que desees estar activo en varios grupos con puntos focales diferentes. Como en muchos tipos de actividades, es importante mantener balance entre disipar tu energía sobre un campo demasiado amplio y concentrarte en un objetivo demasiado pequeño.

Trata de definir tu nivel de compromiso al punto en el que serás recordado y puedas impactar.

## Involúcrate

Ser miembro activo de una sociedad es mucho más recompensante que ser un miembro pasivo. El servir en comités te permite conocer otras personas activas e influyentes en la industria. Es una parte importante al construir una poderosa red personal.

Si te pruebas a ti mismo como un miembro de comité, tendrás oportunidades para subir dentro de la jerarquía de la sociedad. La dirección de voluntarios depende de persuasión, así que las habilidades de dirección que aprendas en tales asociaciones voluntarias son poderosas.



## Publica

El involucramiento activo en sociedades profesionales es crucial para aquellos que desean ser ampliamente reconocidos como expertos. Debes publicar y presentar trabajos técnicos para llegar a ser reconocido como experto en tu especialidad. Las reuniones y revistas de sociedades profesionales son tu escenario. El servir en comités de reuniones y publicaciones te da una oportunidad de aprender como debe presentarse el material técnico.

Los autores tienden a tomar muy personalmente el rechazo de su trabajo. Incluso los autores inexpertos pueden sobrereaccionar a las revisiones de su trabajo y rendirse por frustración.

El tener la oportunidad de ver los tipos de crítica dada a los trabajos técnicos de otra gente, ayuda a los autores a desarrollar perspectiva sobre la revisión de pares de su propio trabajo.

Aún si resistes mi consejo para ser activo en tu sociedad profesional, debes asistir a reuniones. Normalmente los trabajos técnicos son la excusa para asistir a una reunión de sociedad profesional. Sin embargo, la oportunidad de conocer gente es igual de importante. Es mucho más fácil llamar o enviar correo electrónico a alguien que has conocido.

Si hay una exhibición, conoce a los vendedores de tu especialidad, incluyendo la competencia. Llena tus bolsas con tarjetas de presentación (que incluyan tu dirección de correo electrónico) y da tus tarjetas siempre que tengas oportunidad. Sé sociable durante las horas del café y de coctel aún si no conoces a nadie y no tomas.

Las primeras reuniones pueden ser tensas y causar un poco de miedo, pero pronto encontrarás conocidos por donde des vuelta.

## Grados Avanzados y Certificación

Mientras que el aprendizaje de toda la vida es importante, los grados formales no significan —a la larga— más dinero. Muchas encuestas de salario, incluyendo el estudio más reciente de la Asociación Americana de Geólogos Petroleros (*American Association of Petroleum Geologists, AAPG*), muestran que un grado avanzado puede traerte un salario inicial más alto, pero la ventaja salarial no se mantiene durante todo el desarrollo profesional.

Sin embargo, un grado avanzado puede calificarte para un tipo diferente de trabajo, como investigación o una nueva especialidad. Mantén en la mente que si decides buscar un grado técnico avanzado lo estás haciendo por ti —no por el dinero.

Hay una cierta cantidad de rivalidad dentro de las disciplinas especializadas de la industria. Algunas veces un grupo cree que otro está mejor pagado. Hay algunas diferencias entre los salarios para ingenieros de la Sociedad de Ingenieros Petroleros (*Society of Petroleum Engineer's, SPE*) y los salarios para geólogos de la *AAPG*.





Sin embargo, algo de la *varianza* puede deberse a la nacionalidad de los participantes en las encuestas de salarios. Alrededor del 38% de las respuestas en la encuesta de salarios de la SPE fueron de miembros que no viven en EUA.

Los salarios directivos son considerablemente más altos que los salarios técnicos. Pero aún así, directivo o no, nunca te enriquecerás sólo del salario. Necesitas ser un inversionista exitoso o un empresario para realmente hacerte rico.

No obstante, un salario profesional técnico te permitirá un estilo de vida muy cómodo.

Para los ingenieros, la certificación profesional trae un pequeño premio. En la encuesta de salarios de la SPE de 1997, 26% de los participantes estaban certificados y reportaron un salario de \$80,473 dólares. Es decir, \$3,017 dólares más que el promedio para los miembros no certificados. La certificación también incrementa los tipos de empleo abiertos para ti.

Un buen momento para buscar certificación es hacer, con mucha práctica, exámenes cronometrados cuando acabas de salir de la universidad. Y puede ser muy difícil si lo retrasas.

## **Definiendo prioridades**

Una manera de abordar la vida es como si fuera un problema inverso. Empieza por definir qué es el éxito para ti.

No limites tu definición sólo al éxito profesional. Es importante considerar todo lo que quieres en la vida incluyendo familia, amigos, experiencias, poder y posesiones. Nadie puede tenerlo todo, así que debes clasificar tus metas.

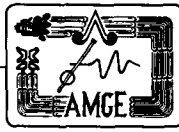
Después puedes empezar a identificar las condiciones de frontera que darán forma a tu desarrollo profesional.

Es difícil predecir cómo la tecnología, la economía y la política se desenvolverán durante las décadas que dan forma al ejercicio de una profesión. Sin embargo, si tienes un entendimiento actualizado y bueno de tus prioridades, tienes un contexto en el cual evaluar cada nuevo reto que encuentras.

## **Equilibra tu cartera emocional**

La industria del petróleo ofrece una riqueza de oportunidades diferentes y estilos de vida. Algunos trabajos implican extensos viajes; otros traen consigo transferencias frecuentes de una ciudad o de un país a otro. Y algunas tareas requieren rotaciones de 28 días.

Aún hay trabajos que te permiten el ejercicio completo de tu profesión en un sólo lugar.



Cada una de estas opciones tiene sus ventajas y desventajas. A medida que tu vida personal evoluciona, puede que desees cambiar de un estilo de vida a otro.

No subestimes la importancia de tu vida personal. No importa que tan lejos prograses en tu profesión, siempre habrá decepciones. Si sólo tienes como objetivo un aspecto de tu cartera emocional —ya sea familia, amigos, experiencias, poder o posesiones—, excluyendo todos los demás, estás incrementando tus probabilidades de grave frustración.

Una cartera emocional equilibrada te habilitará para superar las inevitables tormentas que caerán en todas estas áreas.

## **Tómate tiempo**

La familia puede imponer condiciones de frontera particularmente fuertes en tiempo y espacio.

Debes equilibrar cuando empezar una familia con la construcción de tu desarrollo profesional. Para una mujer, el retrasar la maternidad hasta después de mediados de los treinta incrementa las probabilidades de fracaso. Para un hombre, el retraso puede significar gastos de universidad coincidentes con el retiro.

Los niños representan una gran inversión de tiempo, dinero y energía, pero son una gran parte del placer de vivir. Mucha gente en su lecho de muerte lamenta la separación de sus seres queridos debida a las largas horas o excesivos viajes de trabajo, pero pocos se arrepienten del tiempo que pasaron con la familia.

El tiempo para la familia y los seres queridos es importante para hombres y mujeres, casados y solteros. Los empleadores están tomando más conciencia de esto, apoyando las necesidades de las familias de profesión dual, pero todavía hay precios que pagar. En la industria del petróleo muchas mujeres casadas, con hijos, han tomado transferencias internacionales y/o viajan extensamente. Las familias con dos profesiones pueden transferirse, pero a medida que un cónyuge avanza, el ejercicio de la otra profesión puede sufrir con las transferencias.

Para algunas familias, un matrimonio que se transporta diariamente entre un suburbio y la ciudad puede ser el mejor compromiso.

Muchas situaciones complicadas familia-profesión pueden hacerse funcionar, pero sólo si identificas cuales aspectos son más importantes para ti y tu familia.

## **Disfruta el viaje**

Conoce tus metas y prioridades.

Poca gente termina mágicamente donde quiere estar sin haber trazado un curso para ellos. Sin embargo, la mayor parte de la vida se pasa en movernos hacia metas en lugar de saborear la alegría



de alcanzarlas. Busca actividades en las que puedas tener placer y orgullo en tantas de tus tareas diarias como sea posible.

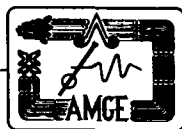
El reconocimiento y elogio de tus colegas y supervisores es crucial para avanzar, pero no debe pasarse por alto la necesidad de autosatisfacción. Estructura tu vida y tu desarrollo profesional tal que puedas disfrutar tu travesía hacia tus metas.

¡Buen viaje!

---

Versión en Inglés: *Copyright 1997, Oil & Gas Journal*. Reproducido del Suplemento al *Oil & Gas Journal* de Octubre de 1997. Reproducido con permiso del *Oil & Gas Journal*.

Versión en Español: Traducido y Reproducido con autorización del autor.



# ¿QUÉ HAY DETRÁS DE LAS APLICACIONES GRÁFICAS USADAS EN CIENCIAS DE LA TIERRA?

**Nicolás Mora Cornejo**

*Activo de Exploración Reforma-Comalcalco, Pemex Región Sur, Villahermosa, Tabasco, México. Email: ncmoracr@sur.pep.pemex.com*

## RESUMEN

La representación de datos en forma gráfica ha ido siempre de la mano de la ciencia, desde la antigüedad hasta nuestros días “una imagen vale más que mil palabras.” Esto lo sabían bien los grandes geómetras de la Grecia antigua y los grandes matemáticos que sentaron las bases del cálculo infinitesimal con los cuales hacemos, incluso sin saberlo, los maravillosos despliegues de gráficas e imágenes en los equipos de cómputo que manejamos.

Para el basto campo de la ciencia en general, y para los profesionales que estamos involucrados en la industria petrolera, ha resultado indispensable plasmar en forma gráfica conceptos que de otra manera serían difíciles de visualizar. No existe ninguna fase en el proceso de análisis de los datos, en la presentación de resultados y en la conclusión de los estudios que desarrollamos, donde no sea necesario manejar gráficas e imágenes.

Tradicionalmente, cada disciplina (Geología, Geofísica, Ingenieros en Producción y Yacimientos, etc) ha procesado separadamente los datos. Sin embargo, esto ha comenzado a cambiar. El desarrollo de equipos y programas de cómputo para modelado y visualización de datos en tres dimensiones favorece la interacción entre las disciplinas encargadas de administrar los yacimientos. Así, en un sentido más amplio, no sólo es una integración de geociencias e ingeniería, sino también una integración de datos, herramientas, tecnología y gente.

El presente trabajo tiene como objetivo presentar un panorama general del desarrollo de la computación gráfica, e ilustrar la relación tan importante que guarda actualmente con las disciplinas científicas relacionadas con la exploración petrolera.

Mi punto de vista se sustenta en dos: mi experiencia en la graficación de datos y elaboración de programas de cómputo aplicados a geociencias (durante mi labor en el Instituto Mexicano del Petróleo), y el nivel que he adquirido como usuario de aplicaciones de interpretación, además de la experiencia asimilada como prestador de soporte técnico y de administración de sistemas en la Región Sur de Petróleos Mexicanos (PEMEX).

## INTRODUCCIÓN

El geocientífico interactúa con gráficas de datos y visualiza estos desde diversas perspectivas como parte de un proceso de interpretación y análisis. Durante cada etapa del proceso (carga de datos, procesado, interpretación, mapeo, simulación y análisis económico) el geocientífico —o el equipo de ellos— necesita gráficas fáciles de usar, que revelen la información que está “oculta” en los datos.

En el presente trabajo reviso inicialmente las condiciones que se han dado para permitir el actual desarrollo tecnológico en hardware y software, para posteriormente observar como esto cristaliza en el nuevo enfoque de administración de yacimientos.

Como mencioné, el expresar un concepto en imagen se ha utilizado desde la antigüedad como una forma de hacer más accesible el conocimiento. La geometría clásica ilustra este proceso y, de hecho, la geometría es básica para el dibujo geológico, que fue la forma inicial de visualización de datos que yo manejé, y con la cual se resuelven problemas técnicos muy complejos.

La base matemática es muy amplia si hablamos de: las técnicas convencionales de cálculo y trazado de mapas o presentación de curvas patrón para el análisis de registros geofísicos de pozo (Fig. 1), curvas de presión de fondo, ajustes de historia de producción y un sin número de gráficas que usamos los geocientíficos.

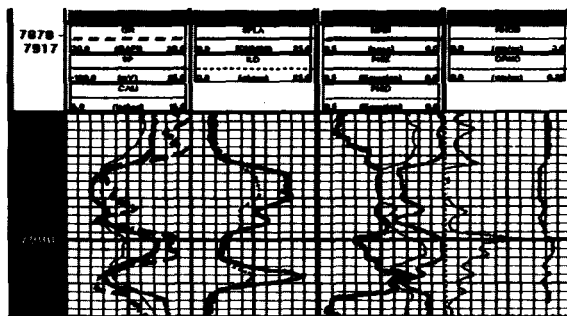


Figura 1. Registro combinado

Los resultados gráficos obtenidos consumían gran cantidad de horas hombre de los dibujantes y el proceso de manufactura de estas gráficas justificaba gran cantidad de personal, que materialmente hacía “milagros,” por así decirlo, para plasmar la idea del profesional en el papel. Además, generalmente se pedían cambios de “ultima hora,” lo que representaba en la mayoría de los casos rehacer un trabajo y consumir más recursos humanos y tiempo, tan importante en la toma de decisiones.

En la actualidad se cuenta con dispositivos gráficos de despliegue e impresión con gran resolución y velocidad. Esto evidentemente desplazó a los dibujantes y/o los transformó en capturistas u operadores de paquetería gráfica (aprovechando experiencia y conocimiento). Con las nuevas herramientas se pretende obtener resultados con rapidez y eficacia, aunque no por eso sin riesgo de errores.

La certidumbre del resultado sigue dependiendo de la confiabilidad de los datos de entrada y, sobre todo, del criterio, análisis y experiencia del geocientífico.

A inicios de los años 90, la infraestructura informática en la industria petrolera nacional, en concordancia con el nivel de la tecnología mundial, aunque desfasada, se encontraba centralizada y no personalizada. Actualmente se ha generalizado el uso de las computadoras personales y cada profesionalista tiene una en su escritorio y la usa, principalmente, para: procesar textos, funciones de ingeniería, gestionar bases de datos, agenda y uso de correo electrónico.

En esos primeros años, sólo algunas áreas, de las llamadas de nuevas técnicas, utilizaban equipos de cómputo para el manejo de datos. Por otro lado, el global de paquetes o programas especializados que se corrían arrojaba resultados que eran desplegados en la pantalla en forma de texto, u obtenidos en listados de impresora de matriz,. Algunos incluso se las arreglaban para ingeniosamente representar gráficas X-Y o planos de isovalores tan sólo con puntos, asteriscos, guiones, etc (Fig. 2).

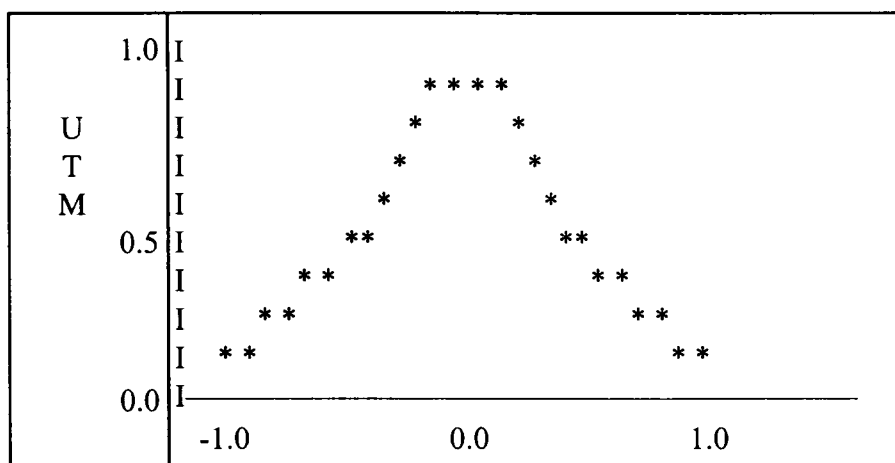


Figura 2. Ejemplo de una gráfica “como texto.”

## SISTEMAS OPERATIVOS E INTERFACES GRÁFICAS

La definición que usaremos de Sistema Operativo es: “un conjunto integrado de programas ejecutables que se encargan de administrar los recursos disponibles al usuario (memoria, espacio en disco, dispositivos de entrada y salida, procesador, despliegue en el monitor, y las operaciones y programas del usuario), con el objetivo de operar la computadora con un mínimo de tiempo ocioso.”

Sistema operativo MS-DOS - es un sistema operativo de disco, es monousuario y no permite multitarea. No posee entorno gráfico ni manejadores de red.

Sistema operativo UNIX - Es un sistema operativo multiusuario de uso general, desarrollado por la Bell Telephone Labs a finales de los 60. Empezó como un proyecto informal (incluso a espaldas de la dirección de Bell Labs). En la actualidad ha alcanzado una notable aceptación, tanto en la academia como en la industria.

Uno de sus objetivos principales fue proveer un entorno de cómputo potente, práctico y sencillo para el desarrollo de programas de aplicación en lenguajes de alto nivel.

Su estructura jerárquica de árbol de directorios y sus programas de servicio (utilerías) de manejo son interesantes, pues maneja altos niveles de seguridad.

El shell de UNIX no es solamente un intérprete de instrucciones o un conjunto reducido de rutinas, es un lenguaje de programación con estructuras de control que, junto con los programas de servicio, permite desarrollar muy rápidamente programas de aplicación muy potentes.

Hoy, los requisitos de flexibilidad que demanda el usuario final imponen una carga en el desarrollo de aplicaciones. Además, estas requieren ser portátiles entre plataformas de software y alguna combinación concebible de equipos UNIX (Fig. 3 y Tabla III).

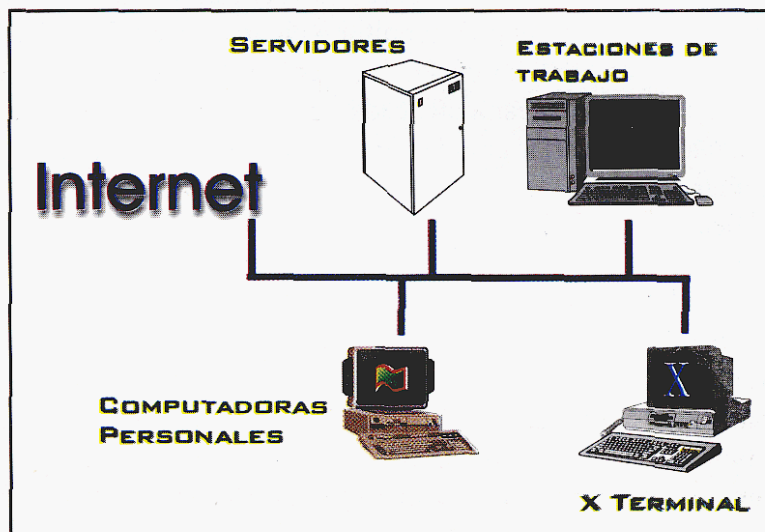


Figura 3. Plataformas de cómputo empleadas en PEMEX.

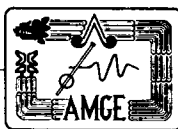
Nombre común	UNIX	PC
Sistema operativo	UNIX/Motif	Windws NT
Puede manejar doble monitor	Sí	Sí
Rendimiento del video	Rango amplio	Configurable en amplio rango
CPU	Moderado a alto	Configurable en amplio rango
Disco Duro	Más de 9 GB	Mas de 9 GB
Manejo de Red	Sí	Sí
Costo de mantenimiento	Alto	Bajo
Soporte de administración del sistema	Alto	Poco

Tabla III. Comparación de plataformas UNIX y PC para aplicaciones de geociencias.

## INTERFACES GRÁFICAS DE USUARIO

Con la vertiginosa evolución del hardware, se hizo necesaria otra no menos rápida carrera por obtener mejores sistemas operativos que aprovecharan al máximo la capacidad de las nuevas computadoras, y permitieran un manejo más interactivo de los mismos. Así nacieron las GUI, siglas de Graphics User Interface o Interfaz Gráfica de Usuario.

El pionero en este tipo de interfaces fue Xerox Inc. que desarrolló un entorno gráfico basado en ventanas e iconos y funcionó en sus equipos Xerox 8010 hasta 1979. Posteriormente, la Apple Computer se basó en esta experiencia para crear un sistema gráfico muy sólido. Microsoft, a mediados de los 80, desarrolló el popular Windows (las versiones más comunes en la actualidad son Windows 95 [y más...] y Windows NT).



Existen otras vertientes específicas para equipos UNIX, por ejemplo el sistema X-windows, llamado X sólo por ser corto, el cual es un sistema gráfico, basado en red, que se desarrolló en el Inst. Tecnológico de Massachussets en 1984 y, al realizarse adecuaciones, se le nombro como X11 (realizado en 1987). En la actualidad se ha adoptado como un estándar de los sistemas de ventanas. X es soportado por un consorcio de líderes en la industria: DEC, HP, Sun, IBM y AT&T. Además de contribuciones de desarrolladores independientes para UNIX, X se corre, típicamente, en estaciones de trabajo con un gran monitor o en una terminal gráfica especial, conocida como X terminal (en ocasiones también en PC bajo circunstancias especiales). X permite trabajar con múltiples programas simultáneamente, cada uno en su ventana por separado; la operación realizada en cada ventana puede variar grandemente, dependiendo del tipo de programa que se corra. Alguna puede aceptar datos tecleados, mientras otra despliega resultados en un listado y otra más puede crear una gráfica.

Otra característica relevante de X es que podemos desplegar ventanas que pertenezcan a otra máquina conectada a la red y podemos correr procesos en un sistema remoto que despliegue los resultados en nuestra propia pantalla. Actualmente, se está haciendo común tener dos monitores conectados a un sólo CPU, y desplegar en ellos información de procesos ligados de una misma aplicación. Todo eso lo permite la arquitectura del manejador de ventanas conocido comúnmente como mwm (motif window manager u otro con la misma funcionalidad).

Es importante hacer notar que X no nos provee de distintas interfaces gráficas de usuario. X es un sistema básico de ventanas sobre el que se puede construir cualquier estilo de GUIs (Fig. 3).

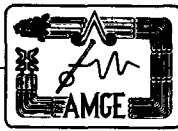
Bibliotecas OpenGL - Es una interface de software para hardware gráfico. Esta Interface consiste en alrededor de 120 comandos, usados para especificar los objetos y operaciones necesarias para producir aplicaciones interactivas tridimensionales. Es compatible con X-windows con singulares ventajas. El problema central para GL es su incompatibilidad con algunos equipos UNIX, pero ya existen visualizadores de aplicaciones GL para PC desarrollados por Silicon Graphics.

## OPCIONES DE INTEGRACIÓN PC-UNIX

El método más común de integración de datos de UNIX y PC es por transferencia de archivos ASCII (aunque los archivos binarios también son usados para transferencia, generalmente son “esclavos” de una aplicación particular). Esta transferencia puede ser manual. Es decir, mediante una copia a través del portapapeles en Windows o transfiriendo la información mediante el protocolo de transferencia de archivos (ftp) a través de una red. Desafortunadamente, el conocimiento requerido para acceder a varios sistemas y utilizar ftp a menudo excede el conocimiento Informático del promedio de los Geocientíficos o Ingenieros.

La aseveración anterior, que podría parecer aventurada, es palpable en los centros de trabajo donde el geocientífico no ha tenido un proceso de “crecimiento” acorde con el desarrollo de la tecnología informática. Un gran numero de ellos “saltó,” por así decirlo,





Existen otras vertientes específicas para equipos UNIX, por ejemplo el sistema X-windows, llamado **X** sólo por ser corto, el cual es un sistema gráfico, basado en red, que se desarrolló en el Inst. Tecnológico de Massachussets en 1984 y, al realizarse adecuaciones, se le nombro como **X11** (realizado en 1987). En la actualidad se ha adoptado como un estándar de los sistemas de ventanas. **X** es soportado por un consorcio de líderes en la industria: DEC, HP, Sun, IBM y AT&T. Además de contribuciones de desarrolladores independientes para UNIX, **X** se corre, típicamente, en estaciones de trabajo con un gran monitor o en una terminal gráfica especial, conocida como **X terminal** (en ocasiones también en PC bajo circunstancias especiales). **X** permite trabajar con múltiples programas simultáneamente, cada uno en su ventana por separado; la operación realizada en cada ventana puede variar grandemente, dependiendo del tipo de programa que se corra. Alguna puede aceptar datos tecleados, mientras otra despliega resultados en un listado y otra más puede crear una gráfica.

Otra característica relevante de **X** es que podemos desplegar ventanas que pertenezcan a otra máquina conectada a la red y podemos correr procesos en un sistema remoto que despliegue los resultados en nuestra propia pantalla. Actualmente, se está haciendo común tener dos monitores conectados a un sólo CPU, y desplegar en ellos información de procesos ligados de una misma aplicación. Todo eso lo permite la arquitectura del manejador de ventanas conocido comúnmente como **mwm** (motif window manager u otro con la misma funcionalidad).

Es importante hacer notar que **X** no nos provee de distintas interfaces gráficas de usuario. **X** es un sistema básico de ventanas sobre el que se puede construir cualquier estilo de GUIs (Fig. 3).

**Bibliotecas OpenGL** - Es una interface de software para hardware gráfico. Esta Interface consiste en alrededor de 120 comandos, usados para especificar los objetos y operaciones necesarias para producir aplicaciones interactivas tridimensionales. Es compatible con **X-windows** con singulares ventajas. El problema central para **GL** es su incompatibilidad con algunos equipos UNIX, pero ya existen visualizadores de aplicaciones **GL** para PC desarrollados por Silicon Graphics.

## **OPCIONES DE INTEGRACIÓN PC-UNIX**

El método más común de integración de datos de UNIX y PC es por transferencia de archivos ASCII (aunque los archivos binarios también son usados para transferencia, generalmente son “esclavos” de una aplicación particular). Esta transferencia puede ser manual. Es decir, mediante una copia a través del portapapeles en Windows o transfiriendo la información mediante el protocolo de transferencia de archivos (ftp) a través de una red. Desafortunadamente, el conocimiento requerido para acceder a varios sistemas y utilizar ftp a menudo excede el conocimiento Informático del promedio de los Geocientíficos o Ingenieros.

La aseveración anterior, que podría parecer aventurada, es palpable en los centros de trabajo donde el geocientífico no ha tenido un proceso de “crecimiento” acorde con el desarrollo de la tecnología informática. Un gran numero de ellos “saltó,” por así decirlo,



## RESEÑA DEL DESARROLLO DE EQUIPOS Y PROGRAMAS

Los sistemas de cómputo se desarrollaron inicialmente para facilitar tareas de cálculo. Se tenían grandes computadoras (¡grandes en todo sentido!) que desarrollaban cálculos procesando los programas en forma de lotes de instrucciones y formando fila de peticiones (batch). Estrictamente, eran máquinas dedicadas a una tarea y no se encontraban comunicadas con otras máquinas.

El proceso de desarrollo tecnológico se planteó entonces bajo 4 paradigmas (Tesler, 1991):

- reducir el tiempo de espera en el procesado por filas de tareas
- compartir recursos entre usuarios
- desarrollo del procesador
- conectividad entre equipos

La Tabla I muestra el estado de la tecnología desde 1960, por décadas. La Tabla II muestra la tendencia de crecimiento para equipos personales.

<i>Década</i>	<i>1960s</i>	<i>1970s</i>	<i>1980s</i>	<i>1990s</i>
<i>Localización</i>	<i>Computadoras del tamaño de un cuarto</i>	<i>Cuartos con terminales</i>	<i>Escritorios</i>	<i>Portátil</i>
<i>Usuarios</i>	<i>Expertos</i>	<i>Especialistas</i>	<i>Individual</i>	<i>Grupos</i>
<i>Estado del usuario</i>	<i>Subordinado</i>	<i>Dependencia</i>	<i>Independencia</i>	<i>Libertad</i>
<i>Datos</i>	<i>Alfanuméricos</i>	<i>Textos, vectores</i>	<i>Letras, Gráficas</i>	<i>Voz, Video, Imagen</i>
<i>Objetivo</i>	<i>Cálculo</i>	<i>Acceso</i>	<i>Presentaciones</i>	<i>Comunicación</i>
<i>Actividad del usuario</i>	<i>Perforar e intentar</i>	<i>Grabar y escribir</i>	<i>Ver y apuntar</i>	<i>Hablar y preguntar</i>
<i>Operación</i>	<i>Procesar</i>	<i>Editar</i>	<i>Presentar</i>	<i>Controlar</i>
<i>Interconexión</i>	<i>Periféricos</i>	<i>Terminales</i>	<i>Escritorio</i>	<i>Portátil</i>
<i>Lenguajes</i>	<i>Cobol, Fortran</i>	<i>PL/I, BASIC</i>	<i>Pascal, C</i>	<i>Orientado a objetos</i>

Tabla I. Estado de algunos aspectos de tecnología de cómputo durante las últimas cuatro décadas.

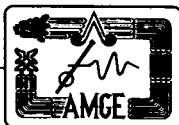
<i>Año</i>	<i>Disco Flexible, MB</i>	<i>Velocidad Hz</i>	<i>Disco Duro, MB</i>	<i>Monitor</i>
<b>1981</b>	<b>0.32</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>Monocromático</b>
<b>1984</b>	<b>0.72</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>Monocromático</b>
<b>1987</b>	<b>1.44</b>	<b>20</b>	<b>120</b>	<b>Color</b>
<b>1990</b>	<b>2.00</b>	<b>66</b>	<b>300</b>	<b>Color</b>
<b>1994</b>	<b>&gt; 2</b>	<b>130</b>	<b>800</b>	<b>Color</b>
<b>1997</b>	<b>&gt; 2</b>	<b>200</b>	<b>&gt; 1 GB</b>	<b>Color</b>

Tabla II. Tendencia de crecimiento para equipos personales.

Ha sido en esta última década en que se han hecho grandes avances tecnológicos en aspectos relacionados con los paradigmas señalados arriba: sistemas operativos, telecomunicaciones y redes, capacidad de los propios equipos de cómputo, programas con interfaces gráficas muy desarrolladas, bases de datos, lenguajes de programación y dispositivos de alta resolución y definición.







## HERRAMIENTAS DE INTERNET

La red de redes (internet) tiene un potencial formidable. Se ha popularizado a partir de su gran manejo de imágenes. Pero recordemos que las primeras aplicaciones, como Archie y Gopher, fueron empleadas para búsqueda de información a nivel de textos. Ahora realizamos el acceso a la información de “la red de redes” mediante el lenguaje HTML (Hiptertext Markup Language), que es un formato que define el arreglo y contenido de una página con ligas a más información. Como veremos más adelante, los archivos con extensión html y htm deben entenderse como páginas en dos dimensiones.

Un término que va tomando importancia es VRML, acrónimo de “Virtual Reality Modeling Language.” Al igual que HTML, es un archivo con formato que define el arreglo y contenido de una página, sólo que este maneja “un mundo virtual en tres dimensiones (3D)” con ligas a más información, y describe escenas construidas con multitud de imágenes.

Cuando tenemos acceso a un URL (Unique Resource Locator), conteniendo un mundo VRML, se baja un archivo con extensión wrl. El navegador o explorador (o browser) intentará cargar una aplicación que pueda ver el formato VRML. El ambiente de realidad virtual proporciona un dominio en el que puede modelarse, simularse y visualizarse e incluso experimentar un mundo artificial.

Los archivos VRML son de gran tamaño por causa de la animación, el sonido, la captura de movimiento o vídeo. Se están desarrollando técnicas de optimización que los harán más pequeños. Un ejemplo de VRML se presentó con la llegada del Soyouner y el Pathfinder a Marte. En una dirección de Internet podíamos movernos a través del arreglo de imágenes tomadas en Marte en esta misión, girar 360 grados, subir o bajar, y acercarnos o alejarnos a nuestra elección. Con tecnologías como estas podremos en un futuro navegar por el conducto del pozo, observando y analizando las imágenes de un escáner de formaciones, por ejemplo, o generar un esquema del yacimiento y observarlo desde dentro.

## RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DE IMÁGENES

El reconocimiento de objetos bidimensionales es uno de los problemas de la visión por computadora; existen trabajos sobre el reconocimiento de fósiles o para análisis e interpretación semiautomática de registros FMS. La Fig. 5 muestra un esquema general del proceso de reconocimiento de objetos en imágenes.

La mayoría de los sistemas para el reconocimiento de objetos 2D se basa en el uso de esquemas. En tales sistemas, la representación de cada objeto es precompilada y almacenada en una base de esquemas y usada posteriormente para el reconocimiento del objeto correspondiente.



Figura 5. Dominio del reconocimiento de imágenes

## ENFOQUE DE ADMINISTRACION DE YACIMIENTOS

Regresemos imaginariamente a los 80, cuando los Geólogos y Geofísicos trabajaban en equipos con características muy peculiares. Para discutir un problema bastaba con subir las escaleras o tomar el elevador y... ¡listo! Se desenrollaban grandes secciones sísmicas y registros geofísicos de pozo, se comparaban mapas y se argumentaban propuestas. Frecuentemente al regresar a la oficina alguno de los involucrados, o todos, comenzaban a borrar o enviaban nuevamente el trabajo al dibujante.

Al menos se podían ver cara a cara estos dos profesionistas, para reunirse con el Ingeniero de Yacimientos, que trabajaba en otro edificio o en el otro lado de la ciudad. La comunicación se daba por teléfono y, en caso de haber información relevante por intercambiar, se enviaba con el mensajero sin llegar a conclusiones conjuntas. Se realizaban reuniones de vez en cuando y, en general, no se entendían completamente, pero hacían coincidir sus estimaciones de reservas.

Actualmente, el núcleo de un grupo de exploración se compone principalmente por Geólogos y Geofísicos, teniendo como miembros parciales a especialistas en procesamiento sísmico, petrofísica e ingeniería de yacimientos. A principios de los 90, las industrias de vanguardia se enfocaron en comprender la tecnología necesaria para crear el mejor esquema del subsuelo: construido con datos sísmicos 3D.

Ahora, la administración de yacimientos ha madurado hasta el punto en que se trabaja integralmente con diferentes áreas técnicas, grupos de administración, económicos, legales y ambientales. Este esquema de administración de yacimientos ha comprobado ser muy exitoso. En la Fig. 6 se ilustra este nuevo enfoque de administración de yacimientos.

Se enfatiza el aspecto económico en todo el proceso, las decisiones técnicas son decisiones de negocio, y no es suficiente generar una buena interpretación de geociencia. Se busca también la más rentable y, lógicamente, el tiempo de duración de un proyecto tiende a minimizarse.

Un problema para reducir los tiempos de duración de un proyecto es ligar los esquemas del subsuelo, procesados en estaciones de trabajo UNIX, con las aplicaciones de planeación de operación y evaluación económica que corren en PC. Al integrarlas se

reducen los factores de error debidos a la duplicación de datos y redundancia incontrolada. Así como el tiempo de introducción de datos al sistema.

## Administración de Yacimientos

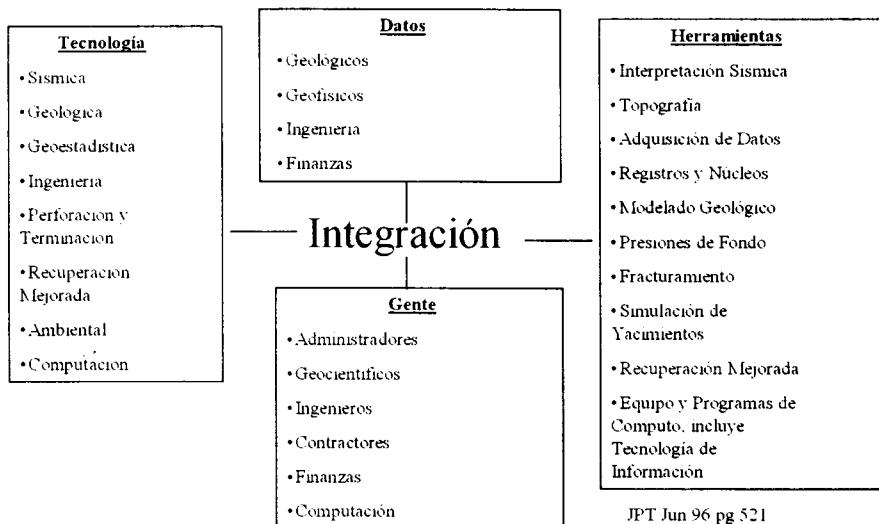


Figura 6. Nuevo enfoque de administración de yacimientos

## RECOLECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE DATOS

La recolección y administración de datos son muy importantes para los proyectos de éxito, y estas actividades deben ser cuidadosamente planeadas y llevadas a cabo teniendo claro entendimiento del propósito y de la aplicación que van a tener, siendo obligatorio un análisis de costo/beneficio.

Se ha estimado que la recolección y preparación de datos consume más de la mitad del tiempo programado de un proyecto, disminuyendo el tiempo de análisis y recomendaciones de implicación económica. Con esto en mente, es importante que el intercambio de información lleve estándares comprensibles por las diversas disciplinas que participan en la administración de un yacimiento.

Tradicionalmente, los datos de diferentes tipos han sido procesados separadamente, dando como resultado muchas aproximaciones a un fenómeno: una geológica, una geofísica y una de ingeniería de producción. Hoy la industria petrolera ha tenido un avance importante en la identificación de sus procesos, a la vez que reconoce la importancia de la Geología y la Geofísica en la predicción del comportamiento de los yacimientos.

## VISUALIZACIÓN DE DATOS, UN FACTOR POSITIVO PARA LOS PROYECTOS

La visualización de datos permite validar los esquemas en cada fase del proceso (Fig. 7), ya sea en la propia pantalla o aprovechando la automatización en la generación de mapas y secciones transversales, a partir de los datos de exploración y su discusión con los ingenieros de yacimientos. Con ello el cuadro geológico está siendo transferido al esquema de simulación del yacimiento, compartiendo en estos grupos de geocientíficos las mismas interfaces gráficas.

Todo este avance tecnológico en equipos y programas de cómputo, y en tecnología de redes, permite minimizar las barreras entre las disciplinas involucradas en la administración del yacimiento, mediante el uso de mejores datos y herramientas, estaciones de trabajo más poderosas, paquetes integrales e interactivos y la capacidad de almacenamiento de datos integrados. Los sistemas de recuperación que utilizan estas estaciones de trabajo nos llevan cada vez más allá de la simple integración de números y muestras, hasta la integración de herramientas, tecnología y gente.

Como hemos observado, la constante retroalimentación entre necesidades y desarrollo tecnológico, en lo que a computación se refiere, ha cristalizado muchos aspectos de la graficación por computadora. Si en un inicio facilitó la manufactura de gráficas en 2D –mapas y secciones transversales–. Hoy existen sistemas capaces de manejar la gran cantidad de datos requeridos para el manejo tridimensional y la velocidad de cálculo y despliegue para hacer atractivo su uso.

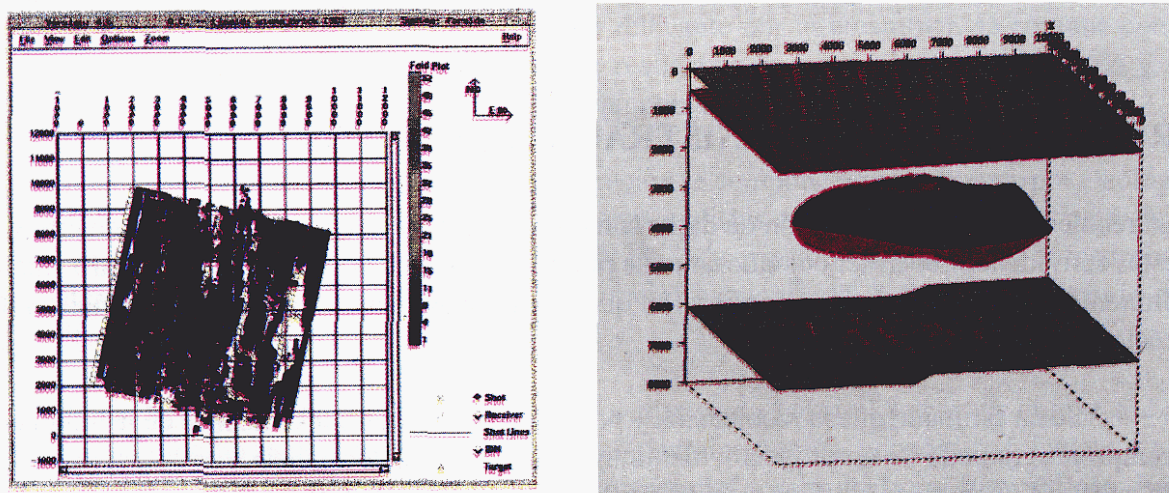


Figura 7. Diseño de un levantamiento sísmico 3D y la vista teórica del cubrimiento en el subsuelo.

Los Geólogos y Geofísicos trabajamos día a día con representaciones tridimensionales. Necesitamos definir la ubicación espacial de una localización para perforación y su objetivo en coordenadas X, Y y Z. Además, muchos análisis, como la determinación de propiedades de las rocas que tienen variaciones no lineales, pierden sentido en un esquema 2D (*aunque puedan plasmarse en una sección transversal*). Fue así que a finales de los 80 pasamos de los paquetes CAD y GIS en 2D a sistemas especializados, más complejos (Tabla IV).





Terminología para representaciones	
2D	3D
Línea de contorno	Isosuperficie
Pixel	Voxel
Cuadrante	Octante

Tabla IV. Terminología 2D vs 3D.

Los componentes básicos de la representación 3D son: representación del espacio 3D, despliegue del modelo de representación, arreglo y almacenamiento de los datos y lógica de interpretación.

## REPRESENTACIÓN ESPACIAL

La forma en como los datos espaciales son numéricamente almacenados y procesados en la computadora constituye una representación espacial. Esta puede considerarse separada de la visualización de los datos espaciales, que como técnicas de despliegue pueden aplicarse para diferentes representaciones para producir resultados similares.

Se pueden aplicar dos formas de representación, dependiendo del esquema geológico y la operación espacial. Ambas con ventajas y desventajas: técnicas de superficie, que efectivamente expresan la “piel” del objeto, y técnicas de volumen, que reflejan las propiedades que varían a través del objeto mismo.

## DESPLIEGUE DE LAS REPRESENTACIONES

Las representaciones tridimensionales son un asistente para el modelado conceptual y a través de este plasmamos la interpretación geológica, geofísica, geoquímica, etc. Se requieren equipos de gran capacidad, gráfica y de proceso, para proporcionar satisfactoriamente rotación interactiva, escalado, disección y consulta/bajas/altas en la base de datos del proyecto. Todo ello en tiempo real.

El movimiento en tiempo real es la habilidad para escalar, transformar y rotar objetos 3D en tiempo de ejecución, suave e instantáneamente. Esto se aplica en los paquetes de simulación para animar series de resultados (por ejemplo, el avance del contacto agua-aceite).

El realismo de la visualización se observa en el manejo de sólidos o sombreados, tan esenciales para representar volúmenes o datos geométricos 3D. La representación vectorial tipo alambres y marcos es ambigua, y cuando se usa en esquemas 3D es difícil de comprender.



La visualización 3D no se crea en el aire. La fuente de datos en las geociencias es inevitablemente diversa, compleja y voluminosa. Esto presenta problemas para la aplicación. Primero, el juego de datos que se usará en el esquema debe ser transferido de las fuentes disponibles. Segundo, se mantendrá una liga entre los elementos espaciales y los datos originales no espaciales (se requieren conceptos de adyacencias, proximidad, colectividad e inclusión/exclusión). Tercero, muchas interpretaciones y esquemas únicos pueden ser creados para un proyecto particular y pueden ser archivados y manejados diferenciadamente pero asociados con la fuente original de datos.

## LÓGICA DE INTERPRETACIÓN

Muchas representaciones 3D construidas para aplicaciones mineras o petroleras se realizan mediante: un arreglo tridimensional de bloques o una serie de capas (Fig. 8).

En un arreglo 3D, a cada bloque se le asigna un atributo hasta constituir el esquema completo. Evidentemente, cada bloque puede ser tratado como un punto. Por tanto, el arreglo de puntos es similar a la retícula o malla (grid) de un mapa, pero extendido a tres dimensiones. Se recomienda, antes de definir bloques o capas, considerar lo siguiente:

- Determinar cuales pozos están influidos por un bloque o un nodo en una capa.
- Determinar cual parte de un agujero puede ser usada para calcular el volumen.
- Calcular el valor de un bloque usando datos apropiados. (Este proceso se repite por cada bloque o capa del esquema hasta lograr esas imágenes tan reales que manejamos hoy.)

Si el esquema es definido por una serie de capas, cada una se define por la variación espacial de sus atributos.

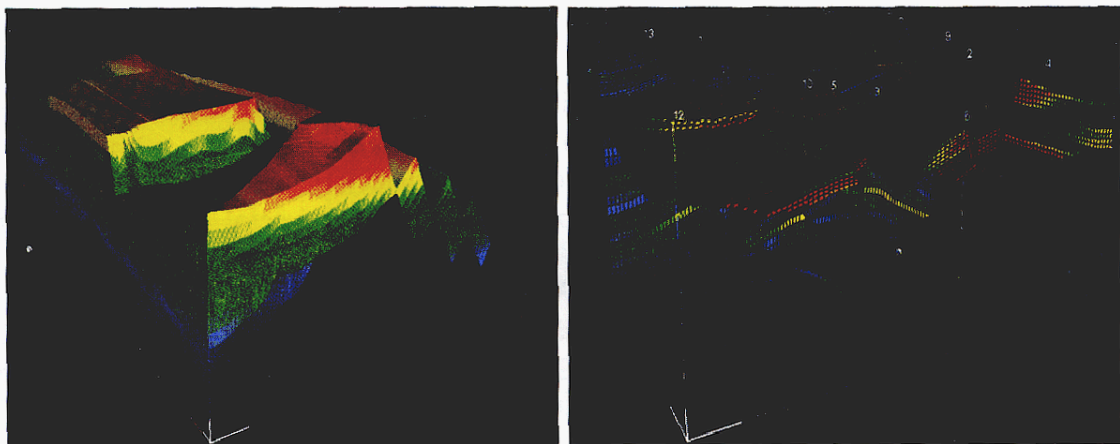


Figura 8. Conceptualización del esquema por capas (izquierda) y bloques (derecha).



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los beneficios de la tecnología computacional no están hoy en mesa de discusión. Nos debemos de enfocar en obtener el mayor rendimiento de las inversiones realizadas en equipo y programas de cómputo. La plataforma disponible es amplia, el grueso de profesionistas cuentan con PCs y sólo algunos cuentan con estaciones de trabajo.

Con base en lo anterior, podemos concluir lo siguiente:

- El uso de interfaces gráficas y de visualización no debe limitar la creatividad del intérprete.
- La tendencia es compartir entre disciplinas, no sólo bases de datos, sino también elementos visuales.
- Para adquisición de software, la evaluación de un nuevo paquete involucra a informáticos y geocientíficos por igual.
- La administración de los datos es cardinal para el desarrollo de los procesos de análisis e interpretación.
- La interpretación es un ejercicio mental del geocientíficos, no del paquete de interpretación o visualización.

Finalmente, podemos recomendar que el geocientífico debe:

- Comprometerse a actualizar la información y conocer los métodos para compartirla.
- Tener sistematizado el proceso de adquisición de los datos de interés y qué flujo deberá seguir para llegar a otras entidades involucradas.
- Analizar la compatibilidad entre aplicaciones técnicas desde el punto de vista de entradas/salidas.
- Analizar la compatibilidad de datos entre aplicaciones que corran en diferentes plataformas.
- Desarrollar paquetería y aplicaciones propias acorde a los estándares de PEMEX Exploración y Producción (PEP).
- Aprovechar las características de la Intranet para la comunicación entre entidades, documentación profesional y transferencia de información.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue presentado en las Jornadas Técnicas AIPM 1997, Delegación Villahermosa, y en el evento conmemorativo del Día del Ingeniero 1998. Agradezco al personal del Centro de Proceso de Registros de Pozo del IMP-Villahermosa, al personal de Computación Aplicada de la Gerencia de Producción Región Sur, PEMEX Exploración y Producción (PEP), y a la Ing. Lilia Hernández Salazar por su invaluable apoyo en la realización de este trabajo.

Desde que realicé este trabajo a la fecha han cambiado algunos factores, pero el eje central del trabajo, que es el despertar el interés sobre el tema, mostrando las posibilidades de la tecnología, y sobre todo mantener una mente abierta al cambio, sigue vigente.



## LECTURAS RECOMENDADAS

Varios autores. Geobyte Vol,5 No. 1. Febrero 1990

Adwait et al. Interactive Reservoir Simulation With the World Wide Web. SPE Computer Applications. Vol. 9 No.3 Junio 1997. Thomas A. Smith.

PC vs UNIX. Petro System World. Vol. 5 No. 4 Julio/Agosto 1996 Betty Jones Green.

Data Basics. Petro System World. Vol. 5 No. 3 Mayo/Junio 1996 G.C.Thakur.

What is Reservoir Management JPT Junio 1996. Varios autores.

Soluciones Avanzadas. Año 5. No. 42. Febrero 1997 A-N. K de Chizelle , et al.  
Real-Time Interactive Graphical Tools for Improving Geosteering Decision Making.

SPE 38126, 1997 SPE Petroleum Computer Conference Dallas Tx.

---

### CONSEJO DIRECTIVO 1999-2000

Ing. César Navarro Tafolla Presidente  
Ing. Jorge Ramón Vera Sánchez Vicepresidente  
Ing. Javier Núñez Ariza Secretario  
M.C. Rodolfo Marín Campos Tesorero  
Ing. Otilia Mayés Mellado Protesorero  
Dr. Sergio Chávez Pérez Editor  
M.I. Gerardo Basurto Borbola Coeditor  
Ing. Carlos Villegas Carrasco Coord. Ayuda Mutua.  
Ing. B. Patricia Ocegüera Serrano Subcoord. Ayuda Mutua  
M.C. Marco Vázquez García Coord. Eventos Técnicos  
Ing. Marcos Luckie Pimentel Coord. Eventos Sociales  
Ing. Eloy Ruiz Rojas Comité Jubilados  
Ing. Marcela D. García Cruz Vocal IMP  
Ing. M. Luis Palacios Vocal IPN

### CONSEJO DE HONOR Y JUSTICIA

Ing. Jorge Reyes Nuñez  
Ing. Raymundo Aguilera Ibarra  
Ing. Fco. Rubén Rocha de la Vega

### PRESIDENTES DELEGACIONALES

Ing. Luis Pablo Boll Arguello Cd. del Carmen, Camp.  
Ing. Rafael Clemente Martínez Coatzacoalcos, Ver.  
Ing. Noé Loyo Hernández Poza Rica, Ver.  
Ing. Hector Bernal Ramírez. Reynosa, Tamps.  
Ing. Raúl García Fernández Tampico, Tamps.  
Ing. Jorge Barrios Juárez Villahermosa, Tab.  
Ing. Hector Ramírez Jiménez Veracruz, Ver.

Sergio Chávez Pérez

Gerencia de Prosp. Geofísica, Direc. Ejecutiva de Exploración y Producción, Inst. Mexicano del Petróleo,  
Eje Central L. Cárdenas 152, México, DF 07730, MÉXICO. Tel. 5333-8314 y 8337; Fax 5333-8295; Email:  
[schavez@imp.mx](mailto:schavez@imp.mx)