

DBU+ Una Herramienta Integrada para las Geociencias

Por Laura E. Pandolfo, Jorge R. Albano, Julio Dogliani y Julio C. Quintana, Repsol YPF

Mediante la herramienta DBU+, un profesional de las geociencias puede acceder desde cualquier estación remota, en modo gráfico interactivo, y al alcance de la mano, a todo tipo de información geológica, geofísica, petrofísica y de reservorio. Por su parte, el sistema de gestión documental es la herramienta que permite visualizar archivos de pozo así como cualquier tipo de documento escaneado.

El presente trabajo técnico, que fue presentado en Buenos Aires en el 7º Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería del Petróleo organizado por la Society of Petroleum Engineers (SPE), explica los diferentes pasos que se tuvieron en cuenta para su implementación.

Copyright 2001, Society of Petroleum Engineers Inc.

A fin de contar con una herramienta confiable, integral, simple y eficiente para acceder a la información requerida en proyectos de geociencias, hemos desarrollado un sistema informático integral para el acceso, validación y preservación de datos y documentos.

El núcleo (Kernel) del sistema es una base de datos relacional y un conjunto de procesos de validación que garantizan la consistencia y calidad de la información. Este núcleo se interconecta con un sistema de gestión documental que permite la visualización de documentos escaneados.

La ventana de acceso a los datos es una interface gráfica interactiva cuya funcionalidad permite: abrir aplicacio-

nes específicas; exportar perfiles de pozo y líneas sísmicas; acceder a datos de producción y reparación; desplegar secciones geológicas; visualizar documentos escaneados; etc.

El sistema consiste en seis bancos de datos interconectados por un módulo integrador que permite acceder a los diferentes tipos de información almacenada: datos digitales; registros de perfiles de pozo; datos sísmicos de campo; secciones sísmicas procesadas; documentos técnicos escaneados; etc.

Las operaciones de entrada/salida y de consulta pueden efectuarse desde estaciones de trabajo UNIX, PC o mediante una página *web* Intranet/Internet.

DBU+ es la integración de dos diferentes experiencias independientes im-

plementadas en YPF y en ASTRA con anterioridad a la fusión de ambas empresas. Éstas son, la *Data Base Upstream* (DBU) dirigida a la producción, y la *Argentine Corporate Data Bank* (ABCD) orientada a las geociencias. Estos dos sistemas se encuentran actualmente en operación en distintos yacimientos de Repsol-YPF.

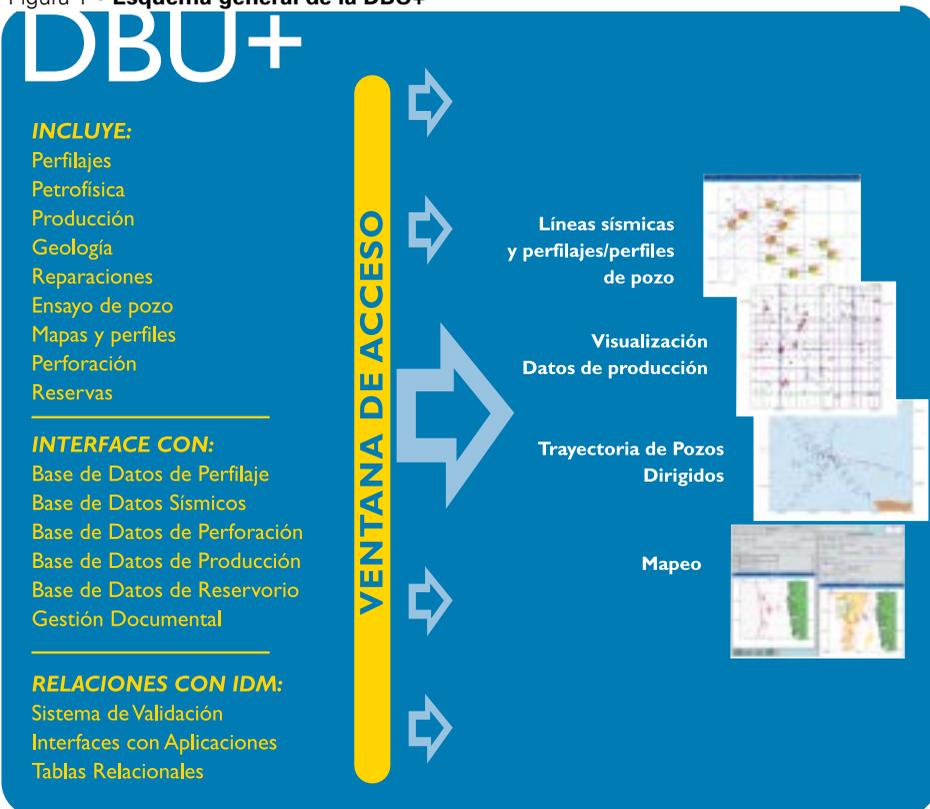
Mediante la herramienta DBU+, un profesional de las geociencias puede acceder desde cualquier estación remota, en modo gráfico interactivo, y al alcance de la mano (*fingertip*), a todo tipo de información geológica, geofísica, petrofísica y de reservorio. El sistema de gestión documental es la herramienta para visualizar archivos de pozo así como cualquier tipo de documento escaneado.

Introducción

Para lograr la correcta evaluación de un prospecto sísmico, un reservorio nuevo o existente, un proyecto de desarrollo, una estimación de reservas o cualquier otro proyecto de G&G, se hace imprescindible contar con suficientes datos y un medio que provea las facilidades de cálculo.

El nivel actual de desarrollo de *software* garantiza el acceso a herramientas poderosas y sofisticadas que permiten a los profesionales en geociencias alcanzar niveles de cálculos y de visualizaciones gráficas de los resultados que resultaba imposible de conseguir algunos años atrás^{1,2}.

Figura 1 • Esquema general de la DBU+



En la industria del petróleo, el escenario para el acceso a la información es totalmente diferente, y se caracteriza por: una gran variedad en la calidad y formato de la información; variedad de medios físicos que la contienen; almacenamiento ubicado en diversos lugares geográficos; información en formato digital impropriadamente validada; diferentes valores para los mismos datos; etc.

En razón de estas condiciones, más del 60% del tiempo total de un proyecto se destina al proceso de búsqueda e ingreso de datos. Este hecho es responsable de una lamentable pérdida de eficiencia en el trabajo de implementación de la mayor parte de los estudios de exploración y producción.

Con miras a encontrar una solución final a este problema, YPF y ASTRA, en forma independiente y por diferentes caminos, han decidido desarrollar un único repositorio de datos de G&G que incluya información digital, física y de documentos.

En 1994, la División de Exploración y Producción de YPF tomó la decisión de comenzar internamente con el diseño de una base de datos para el *upstream* (DBU) totalmente original, fuertemente orientada a requerimientos de la producción y de las operaciones, incluyendo prioritariamente un exhaustivo sistema de validación de datos. El acceso a la DBU se logra a través de estaciones de trabajo PC o UNIX, y la interface de salida es del tipo de gene-

ración de reportes, conectándose a diferentes aplicaciones técnicas.

Por otra parte, en 1988 y bajo la fuerte demanda de los equipos de G&G&E, ASTRA inició el proyecto ABCD (*Argentine Corporate Data Base*), en este caso orientado a la actividad en geociencias. Este repositorio de datos se caracteriza por una interface gráfica interactiva de entrada/salida y por estar vinculado con un sistema de gestión documental que incluye todo tipo de información impresa.

Estos dos proyectos tienen en común que emplean la misma base de datos relacional existente en el mercado,

pero con la importante diferencia siguiente: en el proyecto DBU la incorporación de un nuevo pozo se vincula íntegramente a las operaciones de campo; el proyecto ABCD incluye la información sísmica.

El objetivo de este trabajo ha sido el de generar un repositorio de datos técnicos y una interface gráfica amigable, orientada a los usuarios de G&G&E que tenga en cuenta la ventaja comparativa de ambos proyectos. En la arquitectura de la DBU+, hemos integrado sistemas desarrollados internamente y algunos productos comerciales existentes en el mercado de *software* técnico (figura 1).

Marco informático

A fin de explicar el motivo de los procedimientos de validación, describiremos los inconvenientes técnicos históricos vinculados a la captura de datos en la implementación de los proyectos de G&G&E que nos revelan la necesidad de desarrollar esta solución empresarial.

Algunas de las principales características perjudiciales del flujo de datos técnicos dentro de la empresa son: diversidad de fuentes de información; información irrelevante; datos imprecisos; información fuera de tiempo; falta de comunicaciones; datos modificados; etc.

Muchos grupos de geociencias solían trabajar desarrollando proyectos con sus propias fuentes de información, aunque parte de esa información era empleada por otros grupos de geociencias residentes en diversas ubicaciones geográficas, que buscaban resultados diferentes.

Un problema común y crítico es la existencia de nombres diferentes para un mismo pozo, dependiendo del Departamento (Exploración, Perforación, Producción) responsable de su generación. Algunas situaciones típicas son:

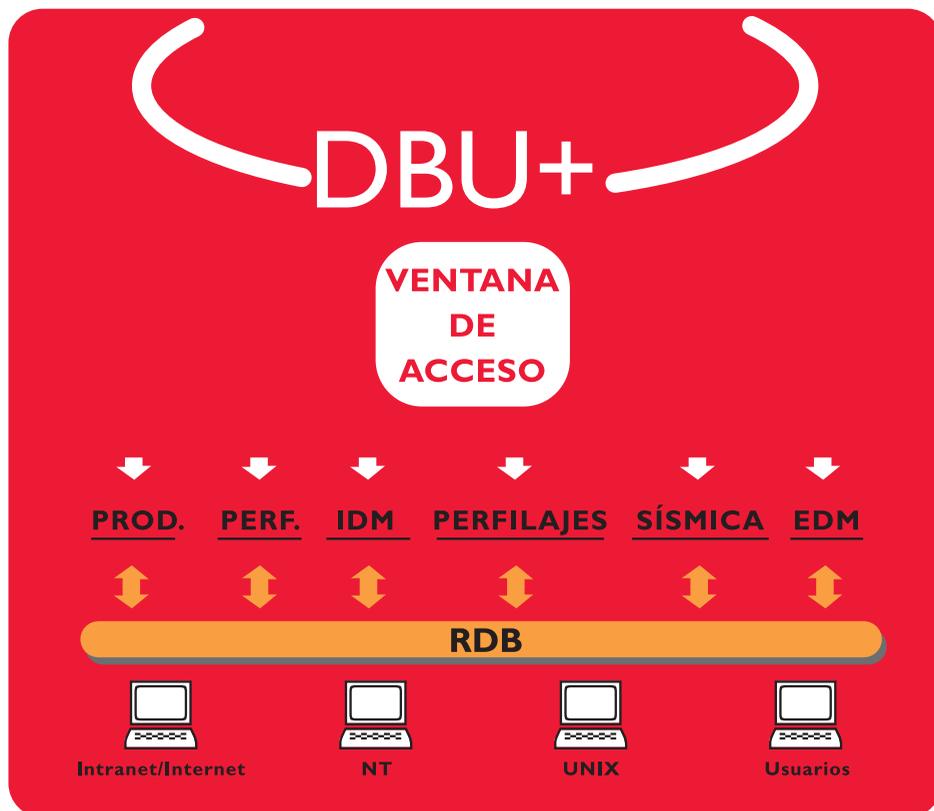
- El Departamento de Exploración denominó un pozo YPF.Nqn.LLL x-2 y el Departamento de Producción llamó al mismo pozo YPF.LLL x-2.
- Es frecuente, por otra parte, que esos Departamentos usen el mismo nombre para distintos yacimientos, ubicados en diferentes regiones del territorio argentino.

En nuestro país es obligatorio remitir la información de producción al Gobierno. Se puede generar un serio problema si esa información se demora o es incompleta, ya que la empresa puede ser multada por el Gobierno.

Para evitar estos problemas, resulta necesario contar con un repositorio de datos que tenga los siguientes rasgos principales:

- **Unicidad:** todos deben usar la misma información.
- **Consistencia:** la información debe ser consistente.
- **Persistencia:** la información debe

Figura 2 • Arquitectura de la DBU+



conservarse (es la memoria de la empresa).

- **Disponibilidad:** la información debe ser fácilmente localizable, con acceso rápido para apoyo de las decisiones e interpretaciones.
- **Optimización:** debe incluir un flujo de trabajo bien definido para compensar la dispersión en las ubicaciones geográficas.

Teniendo como meta la implementación de este repositorio de datos, hemos generado un equipo multidisciplinario en todas las regionales de la empresa, fuertemente identificado con los lemas “integrar la información en un repositorio común” y “fácil acceso a la información”, a fin de minimizar riesgos e integrar a todo el personal. Para completar exitosamente este proyecto fue necesario contar con un gran compromiso por parte de las autoridades gerenciales.

Como parte de nuestra solución empresarial, desarrollamos los siguientes conceptos:

- **Nemotecnía:** en cada sistema individual se pone el mismo concepto con diferentes nombres, por ejemplo, pozo, perforación, etc.
- **Representaciones Físicas:** un mismo concepto queda representado en muchas formas en diversos sistemas, aun si tienen un mismo nombre.
I.e.: falla, puede ser representada por un reticulado con sus coordenadas X,Y,Z en el plano de falla, o por las coordenadas de la línea de intersección de la falla con la sección transversal, o puede representarse por polígonos de rechazo horizontal en la estructura en el techo de cada formación.
- **Semántica:** el mismo nombre puede representar diferentes conceptos.
I.e.: ‘pozo’ en un sistema se refiere al agujero del pozo, en el otro sistema se refiere a toda derivación lateral perforada desde el mismo agujero de pozo, y en el otro sistema a cada perforación lateral individual.
- **Reglas Empresarias:** existen dife-

rentes conceptos pero son complementarios entre ellos, de modo que no pueden existir el uno sin el otro.

Permiten validar los datos antes de ingresarlos a la DBU (base de datos *upstream*) y verificar que cada dato tenga un único valor en la DBU.

Arquitectura

El núcleo de DBU+ se integra con la unión de una base de datos relacional (ORACLE) y un conjunto de procedimientos sobre los datos que aseguran el control de calidad y la integridad de la información ingresada.

La estructura interna de la DBU+ se caracteriza por la presencia de cinco repositorios de datos independientes que comparten un mismo ORACLE RDB y un sistema de gestión documental (figura 2). La información contenida en cada uno de los cinco repositorios concierne a la actividad principal de E&P:

- Perforación
- Producción
- Perfilaje
- Sísmica
- Reservorios

El sistema de gestión documental (EDM) posee una base de datos independiente y un repositorio de imágenes donde se archivan todos los documentos escaneados.

El acceso a estas seis bases de datos se hace por medio de una interface gráfica interactiva que emplea información referenciada geográficamente. Resulta posible capturar secciones sísmicas o curvas de perfilaje picando y arrastrando el *mouse*.

Base de Datos para Producción: esta herramienta soporta y mejora el procesamiento de los datos de producción, permite la captura automática de los datos de campo, calcula la producción y la inyección, es una base de datos única para manejo en Producción y Reservorio, mejora el flujo de datos y consolida la información en una única fuente de información^{3,4}.

Comenzamos con su operación en 1995 y, al presente, hemos logrado reducir el tiempo en la toma de decisiones, hemos mejorado la calidad de la información al incrementar la validación de los datos asegurando que la información sea confiable. Un punto muy importante es que hemos introducido la norma en la empresa.

Hemos desarrollado informes de operaciones (incluyendo gráficos) a fin de manejar y analizar la información, la mayor parte de estos informes se genera automáticamente pero los usuarios pueden diseñar su propio método. Debe tenerse en cuenta que el sistema no resuelve los problemas de medición, permite una asignación más precisa de la producción empleando las mediciones corrientes.

Esta aplicación fue implementada en el TOW (*The Oil Workstation - a Landmark Software*) que trabaja en un ambiente de PC. El flujo de datos se describe en la figura 3.

Base de Datos para Perforación: estamos trabajando con esta aplicación desde 1995, es un repositorio integrado

que cubre todo el proceso: ingreso y recuperación de datos, procesos de comunicación usando la computadora para capturar, almacenar y usar los datos de perforación, terminación y ensayo de pozos. La información almacenada es considerada como oficial, única y final (todos los usuarios de la información miran los mismos datos). Ha sido diseñada para ser muy similar en su estructura general a la organización y flujo de información dentro de un típico departamento de perforación o reparación.

Permite el uso de diferentes sistemas de comunicación para transmitir la información, mejorando la relación costo/beneficios de la operación.

La información queda almacenada en un sistema jerárquico y se colecta en niveles o etapas, interrelacionadas lógicamente. El organizador principal es el WELL, el siguiente nivel de agrupamiento se denomina EVENTS, y finalmente se encuentran los REPORTS.

Debido a la estructura de enjambre de la base de datos, un WELL puede mostrar tantos EVENTS como se quiera. Cada EVENT puede tener también tan-

Figura 3 • Flujo de Datos General de Perforación



Figura 4 • Flujo de Datos Generales del Sistema de Producción

tos REPORTS como sean necesarios.

Esta aplicación fue implementada sobre DFW, abreviatura de *Drilling For Windows* (a Landmark software) trabajando en ambiente de PC. El flujo de datos se describe en la figura 4.

Base de Datos para Perfilaje: para cada pozo, todo perfilaje registrado durante su vida ha sido archivado en formato LIS y editado en archivos de formato LAS asociados a una identificación de pozo unívoca previamente descrita. El usuario puede acceder a esta información desplegándola en pantalla o haciendo un play-back del mismo, seleccionando las pistas óptimas de un conjunto previamente customizado.

Para los pozos perforados en épocas previas al perfilaje digital, fue necesario digitalizar las curvas para poder proceder a su edición. Este proceso incluyó un estricto control de calidad y de profundidad.



Este módulo se implementó sobre LOGDB (*Geoquest Software*) trabajando en ambiente UNIX⁶.



PL/SQL y con salida de informes en Discoverer.

EDM (*Electronic Document Management*): las empresas petroleras trabajan con

Base de Datos para Sísmica:

en esta base de datos se almacena información sísmica 2D y 3D. Incluye registros de campo multiplexados y demultiplexados, y secciones sísmicas procesadas (SEG B,D,Y).

Para el caso de las secciones sísmicas sobre papel, resultó necesaria su digitalización y vectorización para convertir esa información a formatos digitales normalizados. Al igual que para el caso del perfilaje, el proceso incluyó un muy estricto control de calidad.

Antes de proceder al almacenamiento de los datos sísmicos, se definió una identificación unívoca para la línea sísmica, que toma en cuenta su posición geográfica, la comisión sísmica que la registró y, en el caso de las líneas procesadas, la identificación del procedimiento empleado en su procesamiento.

Este módulo fue implementado sobre SeisDB (*Geoquest Software*) trabajando en un ambiente UNIX⁷.

Base de Datos IDM: toda la información interpretada de pozo es almacenada en esta base de datos, permitiendo al técnico de G&G&E trabajar con información procesada de campo⁵.

El flujo de datos de entrada está sujeto a un exhaustivo proceso de validación para asegurar la consistencia y la integridad de la información. Los usuarios que trabajan con las diferentes aplicaciones pueden importar/exportar los datos directamente a o desde IDM.

Una de sus principales características es la posibilidad de contener diversas interpretaciones de un mismo dato. Cada actividad, internamente, tiene un módulo funcional: estratigrafía, ensayo de pozos, litología, análisis de fluidos, petrofísica, etc.

El modelo de datos cumple con los requisitos de PPDM y de arquitectura cliente/servidor. Se ha desarrollado sobre formato Oracle, procesada en

mucha información sobre base de papel, haciendo los estudios, los análisis o las consideraciones y tomando decisiones importantes en base a copias de estos documentos. En la mayoría de los casos esta información sobre papel se encuentra guardada en archivos físicos situados en diversas ubicaciones geográficas.

Frecuentemente, los técnicos o la gerencia requiere esta información para realizar estudios o tomar decisiones, pero la información solicitada a menudo se pierde en el enorme volumen de información existente en: repositorios de papeles, archivos electrónicos, librerías, estudios técnicos, informes de intranet, mapas, y en el creciente flujo de datos externos provenientes de faxes, mails, informes y perfiles de pozo.

Tratando de resolver este problema hicimos un “trabajo en equipo” para estudiar el problema y efectuamos una propuesta. Los resultados fueron difíciles de creer, fue arduo encontrar la información por residir en numerosos archivos y, además, por existir muchísimos duplicados o triplicados en carpeta y muchos documentos en muchos escritorios y repositorios.

Asimismo, el estudio mostró que teníamos problemas de organización, de seguridad y de preservación del papel donde se encontraba la información.

El primer paso fue encontrar una solución ligada a un proyecto general de Gerenciamiento de Datos, con acceso a los datos a partir de una PC, NT, Unix, I-Net y a su vez utilizar el *software* corporativo de la empresa. Una importante decisión fue el escaneo de toda la documentación sobre base de papel.

El sistema finalmente de-

sarrollado brinda acceso a la documentación impresa previamente escaneada. Incluye archivos de pozo, estudios técnicos, informes generales, mapas y secciones geológicas, viejas secciones sísmicas, perfiles, etc.

Todos los documentos han sido incluidos en un índice de acuerdo a un modelo de directorio orientado a la temática G&G&E. Esta estructura del directorio ha sido optimizada para asegurar un acceso lógico y rápido a la documentación.

Este sistema ha sido implementado con el *software* INVESDOC (producto informático de El Corte Inglés). Posee una arquitectura cliente/servidor que emplea ORACLE como base de datos de indexación.



Concepto de Validación

La regla de consistencia de LOGS (base de datos para perfilaje) convalida que cada pozo estuviera presente en la tabla DBU, DBU_WELL_REF. Es necesario recuperar de la tabla HOLEPARAMETER todos los nombres de los pozos en LOGS y comparar los valores con el campo WELL_NAME de la tabla DBU_WELL_REF. Esta regla puede ser ejecutada cada vez que el usuario carga los datos en la aplicación.

La regla de consistencia del sistema de producción corre sobre el proceso llamado TOW_IMPUT_RULES. Otros datos de varias tablas se comparan de la misma forma. Si la verificación resulta exitosa, entonces el pozo forma parte de DBU, pero si fuera negativa el sistema envía un mensaje que despliega el dato que produce el error.

Una de las reglas de consistencia es verificar el sistema operativo del pozo, asegurándose que durante un evento de intervención de pozo (limpieza, reparación) no se debe asignar producción a ese pozo.

En el Modelo de Interpretación de Datos (IDM) hemos definido cuatro (4) zonas de consistencia:

- En pozos dirigidos, verificar



la desviación en las direcciones X e Y, y la profundidad vertical.

- En testigos laterales, verificar la cantidad de tomas y cuantos de éstos son recuperados.
- En coronas de pozo, verificar la base del intervalo, el techo del intervalo, y el largo de la corona recuperada.
- En el ensayo de pozo, verificar la fecha del informe, intervalo ensayado, base y techo del intervalo, cantidad de ensayos, tipo de ensayos, profundidad y tipo de pozo.

Todas las verificaciones descritas son llevadas a cabo entre IDM y el sistema operativo del pozo.

Los geólogos tienen a su cargo la creación de un nuevo pozo en IDM en el momento que deciden perforarlo, luego de esta acción el nombre del pozo fluye hacia todas las aplicaciones del DBU.

Como parte complementaria, se diseñó un procedimiento educativo que asegure que todo el personal de la empresa comience a hablar de la misma manera. Existe un flujo de información bien definido para cada dato y el personal es consciente de la importancia de éste.

VENTANA DE ACCESO (FRONT-END): Es la interface efectiva para el usuario de G&G&E, módulo multifuncional que se comporta como una base de datos relacional y como interface gráfica interactiva potenciada por las siguientes utilidades:

Visualizaciones de Mapas y Perfiles.

Incluye mapas base, topográficos, estructurales, isopáquicos, geográficos, isócronos, y todo tipo de mapas para G&G&E. Las secciones geológicas y sísmicas pueden componerse con pozos, perfiles, petrofísica, estratigrafía, etc.

Selección Gráfica de Datos. Los datos pueden picarse y arrastrarse con el *mouse* directamente sobre los mapas, secciones y formularios.



Transferencia de Datos entre Aplicaciones. Es posible transferir información entre las diferentes aplicaciones usando DBU+ como puente de datos.



Manejo de Datos de Navegación y de Interpretación Sísmica. Los datos de navegación de todas las líneas registradas, lo mismo que los diferentes procesos efectuados en las correspondientes líneas sísmicas, han sido almacenados en la base de datos compartida por la ventana de acceso.

Transformación de Coordenadas y Cartografía. El sistema puede manejar diferentes proyecciones cartográficas efectuando toda clase de transformaciones entre ellas.

Con esta interface y sin ningún tipo de conocimientos acerca de la estructura interna del DBU+, un profesional de geociencias puede navegar, examinar, consultar, analizar y capturar datos. Es posible definir la selección por región o por atributo.

Los datos pueden extraerse en una variedad de formatos de archivo o se los puede desplegar y/o plotear en formato CGM. Los mapas pueden crearse como capas (*overlay*) y ser usados en diferentes proyectos.

A partir de esta interface, es posible seleccionar con el *mouse* un pozo o un conjunto de pozos que muestren la curva de producción histórica o iniciar una consulta de producción.

Una importante funcionalidad desarrollada sobre esta interface es la transparente vinculación del usuario con el sistema de gestión documental. Con esta herramienta, los usuarios pueden acceder al toque del dedo a todo documento escaneado relacionado con un objeto previamente seleccionado como pozos, líneas sísmicas, reservorios, formaciones, etc.

Esta ventana de acceso fue implementada con FINDER

(*Software Geoquest*). Se ejecuta en ambiente UNIX y puede visualizarse en las estaciones de trabajo o en PC a través de una terminal emuladora X.

Hay otra forma de visualización de datos, a través de la tecnología Intranet/Internet empleando cualquiera de las herramientas estándares en Internet PC, accediendo al portal GEOWEB (*Software Geoquest*)⁸.

Implementaciones

La DBU+ ha sido desarrollada íntegramente en los seis diferentes conceptos antes descritos para los siguientes yacimientos:

- **Cuenca Neuquina**
LOMA LA LATA
EL PORTON-BUTA RANQUIL
- **Cuenca Cuyana**
LA VENTANA
BARRANCAS
VIZCACHERAS
- **Cuenca Golfo San Jorge**
MANANTIALES BEHR

El resumen de toda la información cargada es:

Pozos	3350
Curvas de Perfilaje	26800
Líneas Sísmicas 2D	470
Prospección Sísmica 3D 7	(5448 filas x 6544 columnas)

En el sistema de gestión documental, la documentación escaneada cargada es:

Archivos de Pozo	2850
Secciones Sísmicas	1131
Documentos Técnicos	2450
Mapas /Perfiles	1300
Instalaciones de Superficie	6517

Todos los yacimientos de Repsol-YPF serán incorporados al proyecto

DBU+ durante los años 2001/2002. Actualmente, y como parte de ese proyecto, todos los perfilajes de los 26.459 pozos han sido digitalizados y cargados en el módulo LogDB, el proceso de edición continúa todavía.

La producción así como la información interpretada de éstos 26.459 pozos también ha sido cargada en el módulo IDM, faltando la sísmica y documentos escaneados.

Conclusiones

DBU+ es un único repositorio de datos, integral y multifuncional que optimiza el acceso de los profesionales en G&G&E a la información.

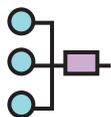
La capacidad gráfica de la interface DBU+ brinda un camino amigable, rápido e intuitivo para capturar todo tipo de información.

Se pueden almacenar perfilajes y líneas sísmicas 2D/3D en una base de datos especialmente dedicada que permite el acceso a consultas complejas.

Uno de los rasgos más importantes de la DBU+ es el vínculo con un Sistema de Gestión Documental que posibilita la captura de toda la información sobre base de papel.

El recurso Internet/Intranet es un medio muy eficiente para acceder al repositorio de datos desde lugares remotos.

La instalación generalizada de la DBU+ en todos los yacimientos de



YPF brindará a los usuarios de G&G&E una forma unívoca y normalizada para obtener todo tipo de datos técnicos.

Este sistema disminuye apreciablemente el tiempo perdido en la búsqueda de información para un nuevo proyecto.



La reciente reorganización de los reportes diarios para la toma de decisiones con DBU+ posibilitaron a Repsol-

YPF recortar en 21 días-hombre por mes las tareas repetitivas y no creativas. Este éxito se ha logrado gracias a la flexibilidad que brinda el sistema. ●

Referencias

1. *Artificial Intelligence in the Oil Industry*, IFP, Editions Technip, Vol. 47, n° 3, 1992.
2. *Artificial Intelligence in the Petroleum Industry*, IFP, Series on Artificial. Intelligence in the Petroleum Industry, Editions Technip, 1995.
3. *Manual DBU: Definiciones y Conceptos 1.0*, junio 1997, YPF (publicación interna).
4. *Manual DBU: Implementación Física 1.0*, junio 1997, YPF (publicación interna).
5. *Manual IDM: Modelo de Datos Interpretados 1.0*, agosto, 1997, YPF (publicación interna).
6. *Schlumberger LogDB Bookshelf*, February 2000, A Schlumberger Publication.
7. *Schlumberger SeisDB Bookshelf*, February 2000, A Schlumberger Publication.
8. *Analysis and specifications of impact of IDM-FINDER*, August 2000, Schlumberger.

Reconocimientos

Fue de fundamental importancia para el proyecto, en los diversos pasos de esta tarea, la contribución de Agustín Diz, Martín Patrici y Gabriela Manrique.

La implementación de la sísmica y el perfilaje se debe al conocimiento altamente especializado de Jorge D. Enrique y Gastón Oriozabala.

La contribución de Ana Ortega y Pablo Lacentre en varios e importantes aspectos del sistema es muy apreciada.

Finalmente, para la implementación de este trabajo, resultó esencial la participación de las siguientes empresas: GEOQUEST, ORACLE, PRAGMA e IECISA.