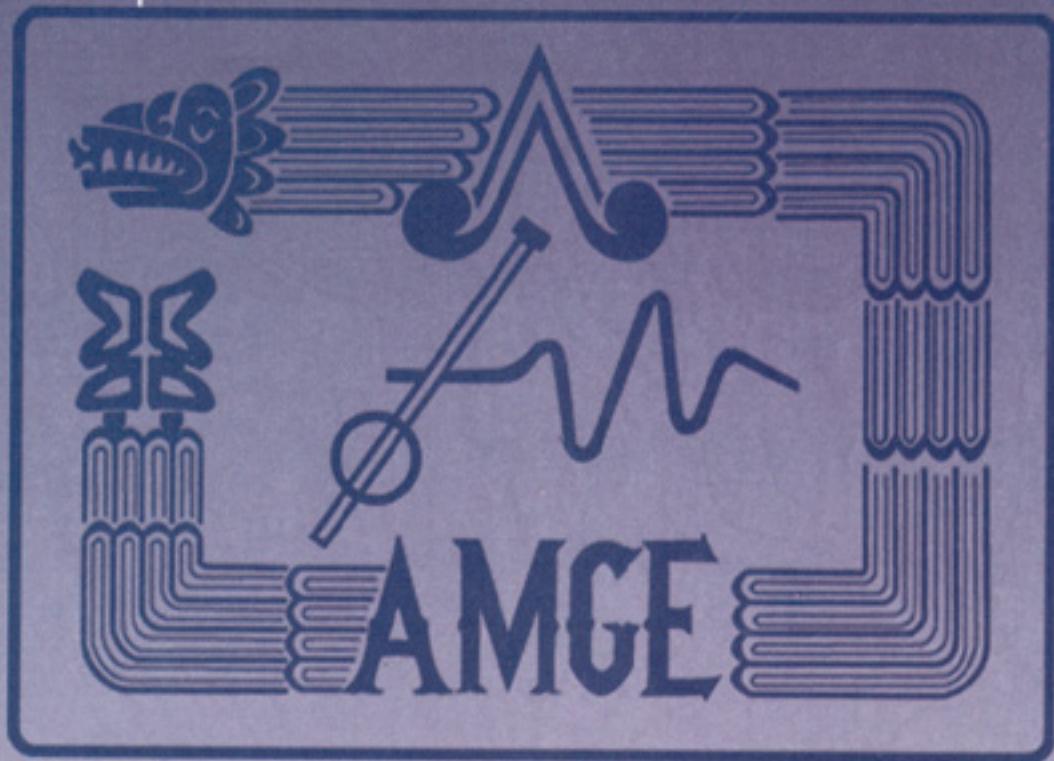


# BOLETIN

Asociación Mexicana  
de Geofísicos de Exploración, A.C.



SISMOLOGÍA 3D TRANSICIONAL EN LA REGIÓN NORTE DE PEP, UNA NUEVA OPCIÓN EN  
LA EXPLORACIÓN DE YACIMIENTOS GASÍFEROS

3D TRANSITIONAL SEISMOLOGY IN THE NORTH REGION, PEP  
A NEW OPTION IN THE EXPLORATION FOR GAS LOCATIONS

Eduardo Ramírez Reséndiz, Juan Carlos Escamilla Garfias y Adolfo Huidobro González Pemex  
Exploración y Producción, Activo de Exploración Misantla - Golfo de México.

Vol. 41 No. 2 Abril - Junio 2001



## DIRECTIVA NACIONAL 2001-2002

ING. JORGE RAMÓN VERA SÁNCHEZ  
Presidente

ING. ARTURO PÉREZ ALDANA  
Vicepresidente

ING. JAVIER NUÑEZ ARIZA  
Secretario

M. en C. RODOLFO MARINES CAMPOS  
Tesorero

ING. PATRICIA OSEGUERA SERRANO  
Coordinadora de ayuda Mutua

ING. CESAR NAVARRO TAFOLLA  
Capacitación

ING. MARCOS LUCKIE PIMENTEL  
ING. LUIS ROGELIO BOJALIL SOTO  
ING. JORGE CALDERÓN BARRERA  
M. en C. RICARDO DÍAZ NAVARRO  
Coordinadores de Eventos Técnicos

ING. ROSALÍA ONDARZA BORGES  
Editora

M. en I. ALEJANDRO SANDOVAL SOLÍS  
ING. FRANCISCO DÁMASO CONTRERAS  
ING. RENÉ VERA SÁNCHEZ  
Vinculación Académica

ING. JUAN TORIZ GAMA  
Coordinador de Apoyo Social

ING. JUAN RIVERA JÁCOME  
Coordinador Jubilados

ING. JUAN JOSÉ BOLAÑOS ESPINOSA  
Editor de la Gaceta

ING. MARIO NAVARRO RODRÍGUEZ  
Editores de la Página Web

IMP - ING. ALFONSO GONZÁLEZ IBARRA  
IPN - ING. JAIME VILLANUEVA SÁNCHEZ  
CICESE - DR. CHANG WONG  
UANL - DR. COSME POLA SIMOTA  
UNAM - M. en C. JUAN J. BRANDI PURATA  
Vocales

ING. ALBERTO DE ANDA  
Representante Internacional

## PRESIDENTES DELEGACIONALES

ING. ROMÁN OLGUÍN PEÑA  
Cd. del Carmen, Campeche

ING. PATRICIA OSEGUERA SERRANO  
México, D.F.

ING. JOSÉ GUADALUPE GONZÁLEZ ZÚÑIGA  
Coatzacoalcos, Veracruz

ING. ENRIQUE DE LA ROSA SANTOSCOY  
Poza Rica, Veracruz

ING. ALFONSO ORTEGA LEITE  
Reynosa, Tamaulipas

ING. JUAN M. ALVARADO VEGA  
Tampico, Tamaulipas.

ING. EFRÁIN MÉNDEZ HERNÁNDEZ  
Villahermosa, Tabasco

ING. RAFAEL MUÑOZ VERGARA  
Veracruz, Veracruz

DR. LUIS CANALES  
Houston, Texas

## CONSEJO DE HONOR Y JUSTICIA

ING. RAYMUNDO AGUILERA IBARRA  
ING. RUBÉN ROCHA DE LA VEGA  
DR. GUILLERMO PÉREZ CRUZ

## COMITÉ EDITORIAL

DR. JAIME URRUTIA FUCUGAUCHI  
Geofísica de la Investigación y Desarrollo

DR. GUILLERMO PÉREZ CRUZ  
Sismología de Exploración

DR. OSCAR CAMPOS ENRÍQUEZ  
Métodos Potenciales

DR. RICARDO J. PADILLA SÁNCHEZ  
Geología

DR. MIGUEL RODRÍGUEZ GONZÁLEZ  
Sismología de Terremotos

# EDITORIAL

Estimado socio:

El boletín que tiene en sus manos es el resultado de la cadena de esfuerzos de cada uno de ustedes por obtener la excelencia de nuestra Asociación a nivel Nacional e Internacional.

Todos los artículos que ustedes han compartido, contribuyen a que contemos con información de calidad y de vanguardia. Esta información al ser publicada, adquiere el reconocimiento en trámite ante CONACYT, además de contener el valor agregado de ser editada en los idiomas español e inglés, como se presenta en este volumen.

El Artículo que se publica en esta edición, fue seleccionado por nuestro Comité Editorial para ser presentado en la IV Conferencia Latinoamericana de Geofísica y el II Congreso Cubano de Geofísica que se llevó a cabo en la ciudad de La Habana Cuba en el mes de marzo del año en curso. El expositor representó a la AMGE en dicho evento como premio a su colaboración.

Los invitamos a que sigan compartiendo sus experiencias y conocimientos para contribuir al enriquecimiento de nuestras actividades a través de los trabajos que deseen sean publicados en nuestro boletín o gaceta, se seleccionarán los mejores siguientes trabajos premiados para representar a la AMGE ante la SEG en Salt Lake City, Utah, U.S.A. de 6 al 11 de Octubre del presente año, así como en el X Simposio de Geofísica y Exposición de la AMGE, en Veracruz, Ver., México los días 3 al 6 de Septiembre de 2002.

Esperamos con gusto su valiosa participación.

ATENTAMENTE,

Ing. Rosalía Ondarza Borges  
Edición Boletín

Favor de enviar sus trabajos a:  
rondarza\_99@yahoo.com.mx  
rosalia\_onda@nte.pep.pemex.com



**SEP - CONACYT**  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

SISTEMA INTEGRADO DE INFORMACION SOBRE  
INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA  
(SIICYT)

EL COMITE INTERNO DE EVALUACION DEL REGISTRO NACIONAL DE  
INSTITUCIONES Y EMPRESAS CIENTIFICAS Y TECNOLOGICAS  
(RENIECYT)

otorga la presente  
CONSTANCIA DE INSCRIPCION

No. 2001/750

A: ASOCIACIÓN MEXICANA DE GEOFÍSICOS DE EXPLORACIÓN, A.C.

Con domicilio en: Paseo de la 120 Alfonso, Col. Nueva Santa María, 22000 México, D.F.

Vigencia: Dos años

Este constancia se expide por el Comité Interno de Evaluación del Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas, en virtud de haber cumplido con lo establecido en la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica en los Sistemas de Organización y Funcionamiento del Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica y Tecnológica, y del Programa Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas y en los Reglamentos a los que se sujetan la integración y funcionamiento del Comité Interno de Evaluación del RENIECYT, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 21 de enero de 1998, el 11 de enero y 12 de junio del año 2000, respectivamente.

Con la presente Constancia se accede que la institución o empresa inscrita, podrá utilizar como los establecidos a que se refiere el artículo 17 de los demás instrumentos y que forma parte del Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica y Tecnológica (SIICYT), como lo establece el artículo 8 de la Ley citada y el artículo 4, literal A, de dichos instrumentos.

Méjico D.F. a 26 de Octubre del año 2001

EXPEDIENTE 2001/750 | D.F. ALEJANDRO ROMERO GUERRA  
Presidente

Constancia de inscripción al CONACYT



SEG International Exposition and Seventy-Second Annual Meeting, Salt Lake City, Utah, U.S.A.

SISMOLOGÍA 3D TRANSICIONAL EN LA REGIÓN NORTE DE PEP,  
UNA NUEVA OPCIÓN EN LA EXPLORACIÓN DE YACIMIENTOS GASÍFEROS

3D TRANSITIONAL SEISMOLOGY IN THE NORTH REGION, PEP  
A NEW OPTION IN THE EXPLORATION FOR GAS LOCATIONS

Eduardo Ramírez Reséndiz, Juan Carlos Escamilla Garfias y Adolfo Huidobro González  
Pemex Exploración y Producción, Activo de Exploración Misantla - Golfo de México.



# SISMOLOGÍA 3D TRANSICIONAL EN LA REGIÓN NORTE DE PEP, UNA NUEVA OPCIÓN EN LA EXPLORACIÓN DE YACIMIENTOS GASÍFEROS

---

Eduardo Ramírez Reséndiz, Juan Carlos Escamilla Garfias y Adolfo Huidobro González.  
Pemex Exploración y Producción, Activo de Exploración Misantla – Golfo de México.

## RESUMEN

El incremento en la demanda de gas que se ha registrado en el país, ha motivado que este preciado hidrocarburo sea considerado como prioritario por el Gobierno Federal.

En PEMEX, en los últimos años, se ha destinado una parte muy importante de recursos a satisfacer esta demanda, mediante una serie de acciones que abarcan todo el proceso exploratorio. En la Región Norte de PEP estos esfuerzos se han orientado de manera muy importante a la adquisición e interpretación de sismología tridimensional abarcando todas las áreas prospectivas de la Región, mediante una planificación detallada estableciendo un programa agresivo de adquisición sísmica 3D la cual por primera vez en su historia incluye áreas transicionales sumamente atractivas. Estas áreas se presentan como una nueva opción que permite la correlación de los horizontes que producen actualmente en tierra ligándolos con las estructuras transicionales y en un futuro mediano con las grandes estructuras marinas visualizadas y en algunos casos ya con producciones muy importantes. Para explorar estas áreas, se requiere de estudios de sismología 3D transicional, con una gran inversión de recursos económicos así como múltiples consideraciones en su diseño pues la operación requiere de especial atención ya que se realiza con equipos terrestres, de pantano, de aguas someras y marinos por lo cual la logística operativa debe ser cuidadosamente planeada. El presente trabajo pretende hacer una revisión del concepto y del proceso de diseño sísmico tridimensional, se desglosa el análisis realizado para desarrollar el diseño del primer estudio sismológico 3D transicional en la Región Norte, Estudio Camaronero y se muestran los productos preliminares del mismo con que se cuenta a la fecha que avalan los resultados del diseño alcanzando los objetivos geológicos planteados.

## 3D TRANSITIONAL SEISMOLOGY IN THE NORTH REGION, PEP. A NEW OPTION IN THE EXPLORATION FOR GAS LOCATIONS

---

Eduardo Ramírez Resendiz, Juan Carlos Escamilla Garfias y Adolfo Huidobro González. PEMEX Exploración y Producción, Activo Misantla Exploración- Golfo de México.

## SUMMARY

The gas demand increase registered in our country, has motivated the Federal Government to consider this valuable hydrocarbon a priority. In the last years, a very important percentage of PEMEX resources have been destined to satisfy this demand. A series of actions have been established, involving the whole exploratory process. In the North Region of PEP these efforts have been focused into the acquisition and interpretation of three-dimensional seismology, covering all the prospective areas of the Region. For the first time in its history, a detailed planning of an aggressive 3D seismic acquisition program has been established; including extremely attractive transitional areas. These have become a new option that will allow to establish a correlation between the actually productive inland horizons and the transitional structures and, in a mediate future, with the enormous marine structures visualized some of which already have important productions. In order to explore these areas, transitional 3D seismic studies are needed. This calls for a great investment of economic resources plus multiple considerations in its design since the operation requires special attention because it must be performed with land, swamp, shallow waters and marine equipment. The present work seeks to review the concept and the process of seismic three-dimensional design, as well as the analysis carried out, in order to develop the design of the first transitional 3D seismic study in the North Region, Camaronero Study. It also shows the preliminary products obtained, up to this date, of the geological objectives planned.



## ANTECEDENTES

La producción a nivel nacional de gas natural en los últimos años ha registrado un comportamiento que presentó un máximo en la producción en los años de 1998 y 1999, con valores de 4791 millones de pies cúbicos por día sin embargo en 2000 y 2001 la producción total disminuyó, llegando a valores de 4679 y 4513 MMPC diarios , como se observa en la gráfica siguiente(anexa).

Esta tendencia a la baja y la creciente demanda del país en este sector originó que la Administración de PEMEX implementara un agresivo programa de exploración y explotación de yacimientos gasíferos en toda la República Mexicana.

Para atender este reto, en la Región Norte se han destinado una gran cantidad de recursos a la adquisición sísmica tridimensional destacándose entre otros por su magnitud y resultados los estudios de áreas de oportunidad y Zacate en la cuenca de Burgos, el estudio Lamprea en el Activo Tampico, el estudio Lankahuasa del Activo de Misantla Golfo de México, y los estudios Playuela y Camaronero en el Activo Papaloapan.

Estas inversiones han arrojado resultados muy positivos, tanto en la generación de localizaciones como en la mejor definición estructural y estratigráfica de áreas que incluyen una gran cantidad de oportunidades exploratorias, prueba de ello es el éxito reciente en la perforación del pozo Lankahuasa cuyos resultados iniciales confirman la presencia de gas en un área con varias estructuras súmmamente atractivas y con posibilidades de incorporación rápida de reservas de gas.

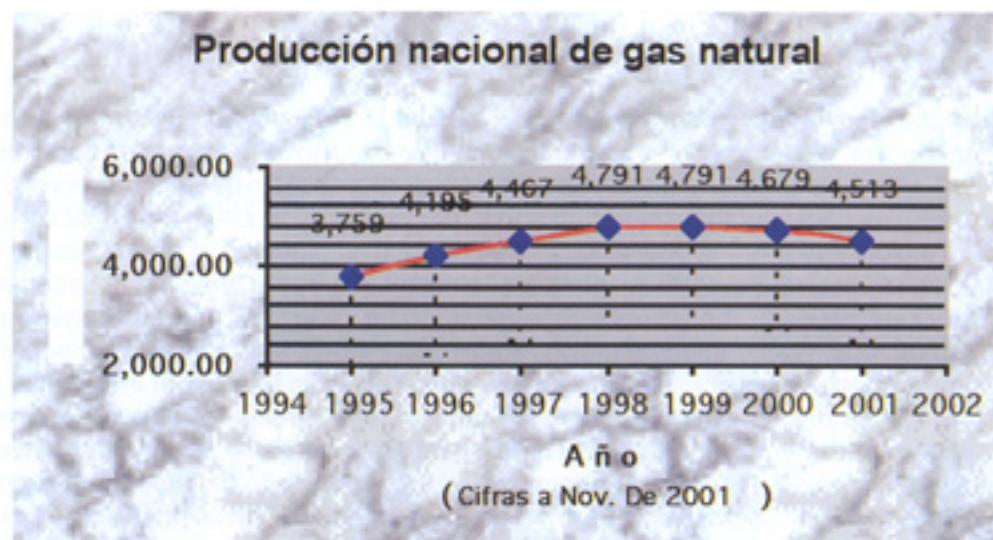
Por todo ello el diseño de estudios sismológicos tridimensionales reviste una gran relevancia pues impacta directamente en la calidad de la información que se recupere y en el costo de los estudios, en el caso del estudio Camaronero, es el primer diseño para un estudio de sísmica 3D transicional por lo que para la región norte reviste una gran importancia ya que abre una nueva opción para levantamientos sísmicos en áreas hasta la fecha no trabajadas con esta metodología.

## ANTECEDENTS

The level of the nation's production of natural gas, has registered a maximum of 4791 million cubic feet per day for the years of 1998 and 1999, however in the years 2000 and 2001 the total production diminished, reaching values of 4679 and 4513 MMPC per day, as can be seen in the following graph.

This downward tendency plus the country's growing demand, forced PEMEX administration to implement an aggressive program of exploration and exploitation of gas locations throughout the whole Mexican Republic. In order to meet this challenge, the North Region has assigned a considerable percentage of its resources for the acquisition of seismic 3D. Standing out among others, because of their magnitude, are: the Zacate Study in the Burgos Basin, Lamprea Study in Active Tampico, Lankahuasa Study in Active Misantla-Gulf of Mexico, Playuela and Camaronero Studies in Active Papaloapan.

These investments have given very positive results by generating new locations with better structural and stratigraphic definition of areas that include a great amount of exploratory opportunities. As an example there is the recent success achieved in the drilling of the Lankahuasa well whose initial results confirm the presence of gas in an area with several extremely attractive structures and with the possibility to incorporate gas reserves in the very near future. The design of 3D seismology studies are highly relevant, since they have a direct impact in the quality of the recovered information and in the cost of the studies. In the case of the Camaronero Study, it is the first design of a transitional 3D seismic study in the North Region, which is of great importance since it opens a new option for seismic studies in areas where this methodology has not been applied.



# INTRODUCCIÓN

## -El diseño sísmico 3D

El concepto de diseño sísmico 3D abarca muchos aspectos. En todo diseño se debe incluir aspectos geológicos y geofísicos en un análisis técnico muy detallado, aspectos económicos para aprovechar de manera óptima los recursos disponibles y aspectos operacionales que aseguren que la operación se realizará de modo seguro, con poco impacto social con profundo respeto por el medio ambiente, y se obtengan resultados en tiempo y forma. Asegurando con la interrelación de todos estos aspectos la alta calidad de un estudio sísmico 3D que sirva como apoyo básico para la interpretación del área del estudio.

El proceso de diseño debe responder al equilibrio establecido en la figura 1.

En la siguiente figura se observa que siempre los objetivos del estudio son el centro del análisis. Las consideraciones deben ser realizadas en estrecha relación una con otra para poder seleccionar la mejor opción.

Con ésta idea en mente el diseño sísmico tridimensional consiste en la integración de todos los aspectos mencionados para seleccionar los parámetros de campo, geometrías de adquisición, tecnología y equipos a utilizar, metodologías, recursos humanos, materiales y económicos, consideraciones de seguridad de las operaciones, consideraciones de impacto al medio ambiente y su restauración en caso necesario, consideraciones de impacto social, calidad de la información necesaria para alcanzar los objetivos, consideraciones de costo – beneficio – oportunidad, momentos de mercado y la ubicación del estudio dentro de la estrategia exploratoria de PEP, entre varios otros factores a analizar.

Todos estos factores se estudian y equilibran dentro del análisis dándoles su adecuada dimensión y generando el producto final del diseño que consiste en la determinación de los parámetros operativos finales, geometrías de adquisición, especificaciones técnicas en cuanto a equipos y tolerancias en las operaciones de cada etapa del estudio.

Figura 1. Concepto de diseño sísmico



## INTRODUCTION

### THE 3D SEISMIC DESIGN

The concept of 3D seismic design covers many aspects. Every design should include geological and geophysical conditions in a very detailed technical analysis. It should also be seen from an economical point of view in order to optimize the use of the available resources. Special attention is given to the operational aspects so as to assure that it will be carried out safely, with little social impact and with the deepest respect for the environment, so as to obtain results on time and form. By integrating all this, a high quality of the 3D seismic study is assured, so as to serve as the main support for the interpretation of the area of study. The process of design should respond to the balance established in figure 1. It should be observed that the objectives of the study are always the center of the analysis. In order to select the best option a close relation should be established among the different aspects. Having this in mind, the 3D seismic design, consists of the integration of all the mentioned conditions in order to select the field parameters, the acquisition geometries, technology and equipment to be used, methodologies, human, material, and economic resources, security considerations for the operation, environmental impact considerations and its restoration should the need arise, social impact considerations, quality of the information needed in order to reach the objectives, cost- benefit- opportunity considerations, market price and the location of the study within the exploratory strategy of PEP, among several other factors to analyze.

All of them are studied and balanced in the analysis, giving each one of them its appropriate dimension and generating the final design which consists of the determination of the final operational parameters, geometries of acquisition, technical specifications concerning equipment and the operations tolerance for each stage of the study depending if this is inland, marine or transitional, as well as the source that will be used (dynamite, vibrators or air). These results in turn feed the process of generating a technical basis and, by way of annexes, constitute the nucleus of the contracts of 3D seismic which are performed in the oil exploration branch of our company. They are also used to calculate the internal budget for each study, to plan adequately the operative annual programs and to program the times when the final information will be available. In turn, these allow to plan the process of interpretation so as to establish commitments regarding the generation of locations, ore characterization, field limits and location of new areas of exploratory opportunities, to make the best of the annual drilling program.

dependiendo si este es de tipo terrestre, marino o transicional y de la fuente a utilizar dinamita, vibradores ó cañones de aire. Estos resultados a su vez alimentan el proceso de generación de bases técnicas y a manera de anexos constituyen el núcleo de los contratos de sísmica 3D que se realizan en la exploración petrolera de nuestra empresa, sirviendo de base para la generación de los presupuestos internos de cada estudio, la planeación adecuada de los programas operativos anuales y la programación de los tiempos de disponibilidad de la información final lo que a su vez permite planificar el proceso de interpretación y de esta manera estar en posibilidad de establecer compromisos en materia de generación de localizaciones, caracterización de yacimientos, delimitación de campos e identificación de nuevas áreas de oportunidad exploratorias, optimizando así el programa de perforación anual.

#### - Etapas del diseño sísmico 3D

Se puede comprender mejor el diseño de estudios sísmicos 3D si observamos con detenimiento el diagrama de flujo del proceso (figura 2).

En esta figura se aprecia que siempre se parte de los objetivos del estudio. Se analiza en primera instancia las necesidades que tienen los interpretes de información sísmica para la definición estructural y en su caso estratigráfica de los objetivos geológicos, estos análisis llevan a determinar los parámetros y características mínimas requeridos de la información a adquirir; a la par de esto se estudia la información con la que se dispone en el área del estudio y sus vecindades, se revisa la sísmica existente, el grado de resolución que tiene, se analiza si ésta ha sido suficiente, se verifica si existen datos de pozos que puedan aportar información del comportamiento de las velocidades sísmicas, se verifican los modelos geológicos y la interpretación que se tenga del área, se define con claridad la relación señal a ruido, y se llega finalmente al punto en que se establecen los parámetros y características que realmente se pueden alcanzar con la tecnología disponible. Una vez realizados estos análisis se deben comparar los parámetros necesarios con los parámetros alcanzables y verificar que se puedan cumplir los objetivos del estudio. Ya satisfecho éste punto se procede a generar geometrías de adquisición y una selección inicial de parámetros, o bien, hacer reconsideraciones de los objetivos a alcanzar.

A continuación se involucran en el análisis los **Aspectos operacionales** tales como seguridad en las operaciones, operatividad de las mismas, producciones necesarias, obstáculos en el área, impacto social, impacto ambiental, necesidades tecnológicas, cantidades de equipo necesario, metodología de trabajo más adecuada, posibilidad de transferencia tecnológica, métodos de operación entre otros. Se procede entonces a analizar los **Aspectos económicos** tales como costo de los equipos y cantidades requeridas, tiempos de producción, costo de la mano de obra, costo de los insumos, así como otros financiamientos, hasta obtener un costo aproximado del estudio.

Los **Aspectos Operativos** y **Económicos** se integran y conjugan finalmente con los Aspectos técnicos discutidos inicialmente para, a partir de un análisis a fondo y verificando siempre que los objetivos sean alcanzados se genere el diseño final de un estudio sismológico tridimensional.

## STAGES OF THE 3D SEISMIC DESIGN

3D seismic studies could be better understood by carefully observing the diagram of the process (figure 2).

As observed in the diagram the point of departure is always the objective of the study. The first aspect to be analyzed is the needs of the interpreters of seismic data for the structural and stratigraphic definition of the geological objective. These analyses will allow us to determine the parameters and minimum characteristics required from the information to be acquired; while the available information from the area and its surroundings is studied, the existing seismic is revised as well as the degree of resolution that it has. It is also analyzed if this is enough, if there is data from wells that could contribute information of the behavior of the seismic speeds. The geological models and the interpretation are verified. The relationship between sign to noise is also clearly defined, and finally the parameters and attainable characteristics with the available technology are established. Once this is done, the necessary parameters should be compared to the reachable parameters and then verify that the objectives can be attained. After this, acquisition geometries are generated as well as a first selection of parameters or maybe, reconsider the objectives to be reached. Next the Operational Aspects are taken into account such as security in the operations, necessary production, obstacles in the area, environmental impact, social impact, technological necessities, amounts of necessary equipment, appropriate work methodology, among others. Then the Economical Aspects are analyzed (cost of equipment, amounts needed, production time tables, financing, etc) so as to reach an approximate cost of the study.

The Operational and Economical Aspects are integrated and put together with the Technical Aspects and then analyzed thoroughly to reach a final design for the 3D Seismic Study.

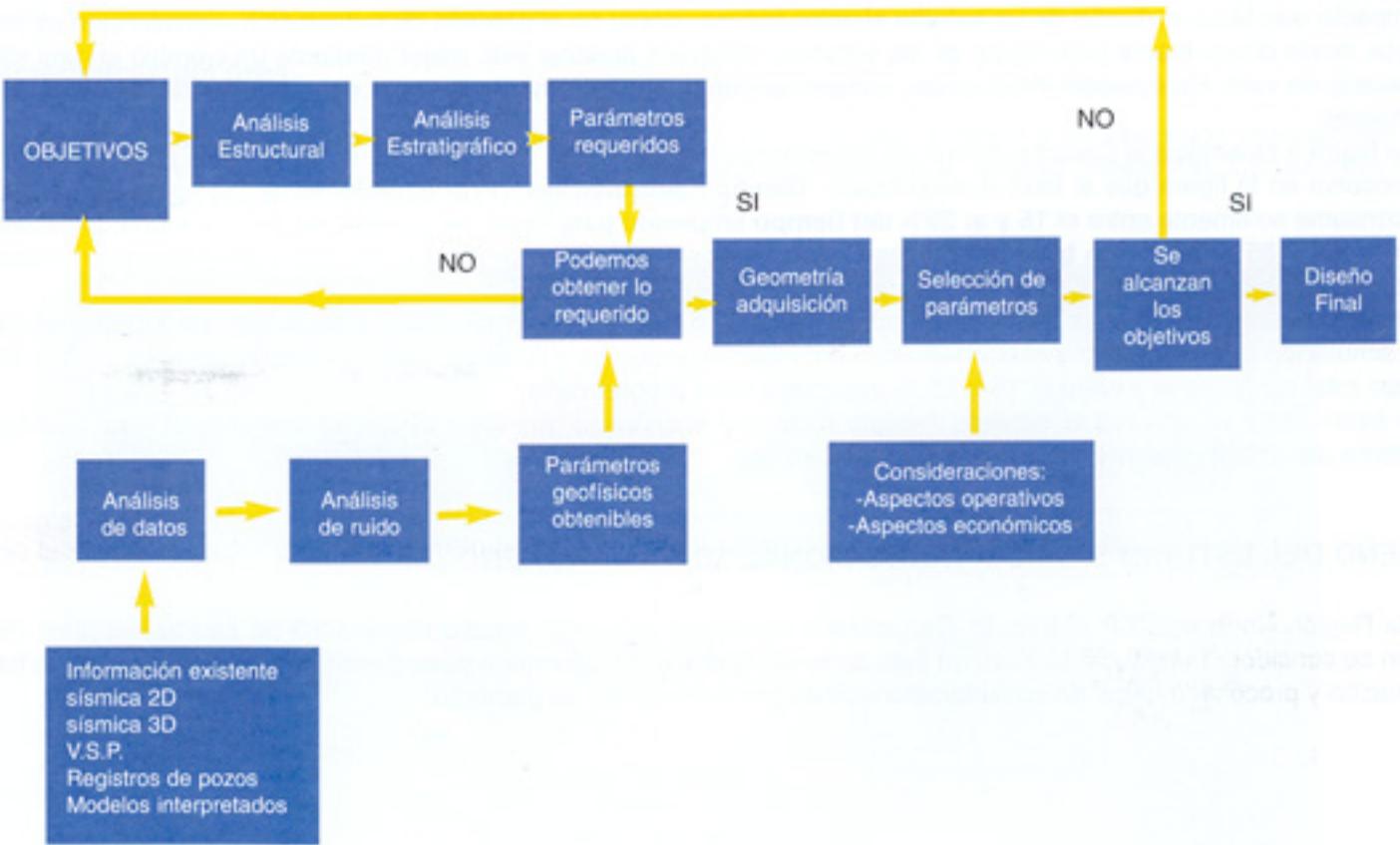


Figura 2. Diagrama de flujo del diseño sísmico 3D

### - Clases de diseños sísmicos 3D

Los diseños sísmicos pueden clasificarse de varias maneras, aunque en esencia se parte siempre del tipo de área en la cual se operará, de tal modo que los diseños se pueden dividir en:

- \* Diseños de tipo terrestre
- \* Diseños de tipo marino
- \* Diseños de tipo transicional (mar-tierra).

El diseño del Estudio Camaronero es de tipo transicional por ser una superficie que abarca zonas de tierra, mar y transición.

### Types of 3D Seismic Designs

The seismic designs can be classified in several ways, although basically it always starts with the type of area in which it will be operated in such way that the designs could be divided in:

- \* Designs of terrestrial type
- \* Designs of marine type
- \* Designs of transitional type (sea-land).

The design of the Camaronero Study is of transitional type because it covers both land and sea.

## - El diseño sísmico 3D en el proceso de Exploración – Producción

El impacto que tiene el diseño de un estudio sísmico tridimensional en el proceso de exploración – producción es muy alto ya que incide directamente en el costo de los estudios, podemos analizar esto mejor mediante un ejemplo en una etapa de la cadena de valor Exploración–Producción, concretamente nos referiremos a la etapa de Caracterización de Yacimientos Petroleros.

En la figura 3 se analiza la Caracterización de Yacimientos, señalando en que punto se ubica la etapa de diseño sísmico 3D. Se observa en la figura que si bien el subproceso **Diseño - Adquisición - Procesamiento** de la información sismológica 3D consume solamente entre el **15 y el 25% del tiempo** empleado para lograr resultados, es en ésta etapa donde se eroga entre el **75 y 85% del costo total** del proceso, obteniéndose aquí como producto, los cubos de información sismológica tridimensional para su interpretación geológica – geofísica.

Mientras tanto, para las etapas de Interpretación, Modelado Geológico, Petrofísica, y Modelado de Fluidos hasta llegar a la simulación del yacimiento y el conocimiento del modelo geológico y litoestratigráfico se consume entre el 75 y 85% del tiempo total del proceso y entre el **15 y 25 % del costo total involucrado**.

Con estas cifras se observa el elevado impacto técnico y económico que tiene el diseño sismológico para satisfacer los objetivos del estudio desde el punto de vista geocientífico.

## DISEÑO DEL ESTUDIO SÍSMICO TRANSICIONAL 3D CAMARONERO

En la Región Norte de PEP el Estudio Camaronero constituye el primer estudio sísmico 3D de tipo transicional. Por ésta razón se considera un estudio pionero en ésta clase de operación exploratoria pues desde su planeación y diseño hasta su operación y procesado exige de consideraciones que por primera vez se plantean.

## -The 3D Seismic Design In The Exploration- Production Process

The impact that the design of a seismic three-dimensional study has in the process of exploration- production is very high since it affects directly in the cost of the studies. This could be better analyzed by using as example a stage in the value chain of Exploration-Production, we will concretely refer to the stage of Characterization of Oil Locations. In figure 3 the Characterization of Locations is analyzed showing in which stage is the 3D seismic design. It is clearly observed in figure 3 that, even though the Design-Acquisition-Processing of the information takes up only 15-25 % of the time needed to reach results, it is during this stage where 75-85% of the total cost is spent. At this stage is where the 3D Seismic Information Cubes are worked out for its geological-geophysical interpretation. While 75-85% of the total time and only 15-25% of the total cost is spent in the Interpretation, Geological Modeling, Petrophysicsand Fluids Modeling up to field simulation and the geologic and litho-stratigraphic model. With these figures it is easily understood why the seismic design has such a high technical and economic impact to satisfy the objectives of the study from the geoscientific point of view.

## DESIGN OF THE CAMARONERO 3D SEISMIC TRANSITIONAL STUDY

In the North Region of PEP, the Camaronero Study constitutes the first transitional type 3D seismic study. For this reason it is considered a pioneer study in this class of exploratory operation because from its planning and design up to its operation and processing it demands a whole set of first time considerations.

## - Objetivos

El objetivo principal de este estudio es el obtener información sismológica tridimensional transicional que permita definir la estructura "Camaronero" (Fig. 4), a nivel Mioceno.

## - Características del área

El área de estudio se ubica aproximadamente a 18 Km al sur de la Cd. de Veracruz y su operación corresponde a la jurisdicción del Activo Papaloapan, la figura 5 ubica el polígono que delimita el estudio transicional Camaronero cuya superficie operativa se divide en terrestre, de transición y marina.

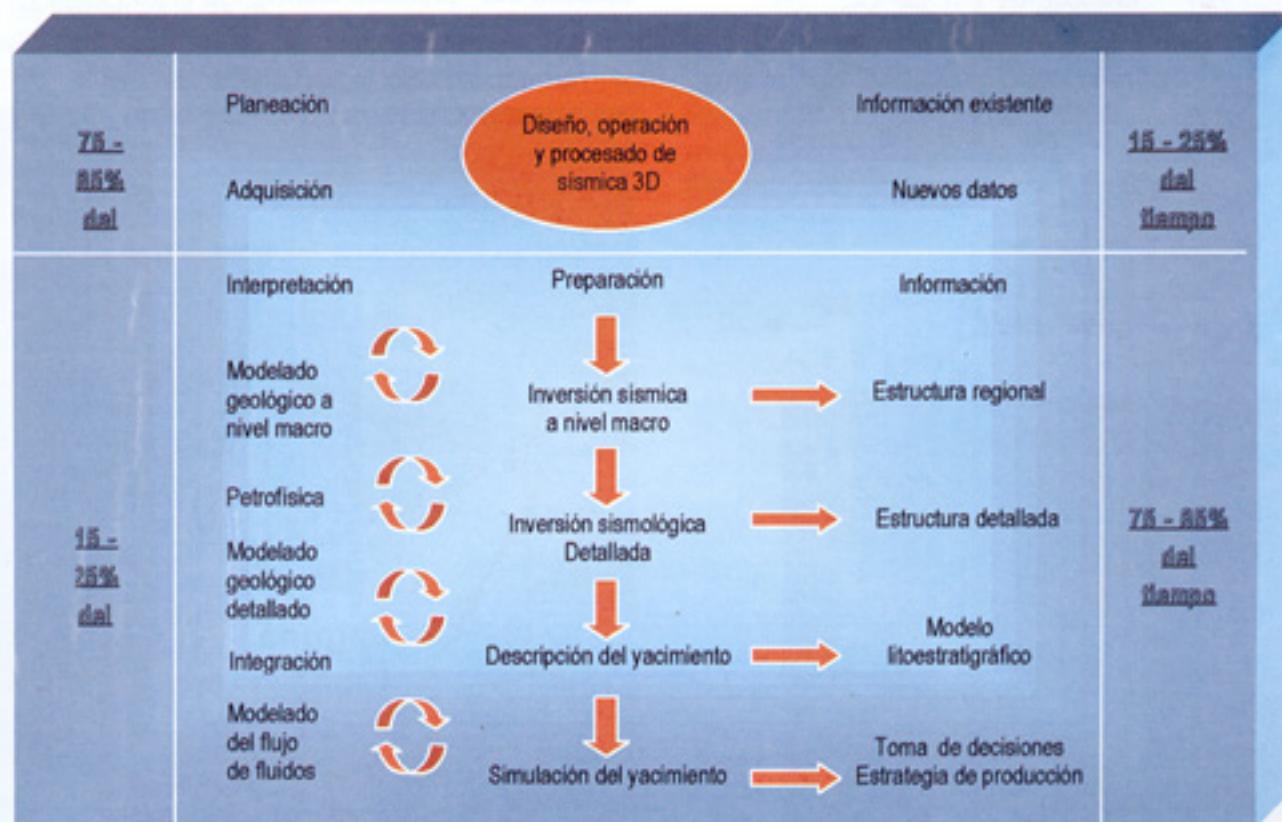


Figura 3. Proceso de caracterización

Fig. 3. Characterization process of the oil fields

## -Objectives

The main objective of this study is the obtain 3D Seismic transitional information that allows to define the "Camaronero" structure (Fig. 4), at Miocene level.

## Characteristics of the area

The area of study is located approximately 18 Km south of Veracruz and its operation belongs to the jurisdiction of the Activo Papaloapan, figure 5 locates the polygonal that defines the study Camaronero transitional study whose operative surface is terrestrial, transitional and marine

## - Importancia del estudio

El estudio es de gran relevancia en la estrategia de exploración de la Región Norte y se enmarca dentro del Programa Estratégico de Gas (PEG). Sus objetivos son gasíferos, la profundidad de los mismos se ubicó a 3514 m aproximadamente a nivel Miocene (Fig. 6).

Recientemente se perforó el pozo Camaronero-1 el cual no pudo llegar a la profundidad objetivo debido a fuertes manifestaciones de gas en intervalos superiores, esto motivó la perforación del pozo Camaronero-1A y la adquisición del estudio sísmico 3D para poder delimitar la estructura adecuadamente pues se estima que tiene una reserva probable de 183 MMMPC de gas seco.



Figura 4. Configuración estructural a nivel Mioceno, estructural Camaronero

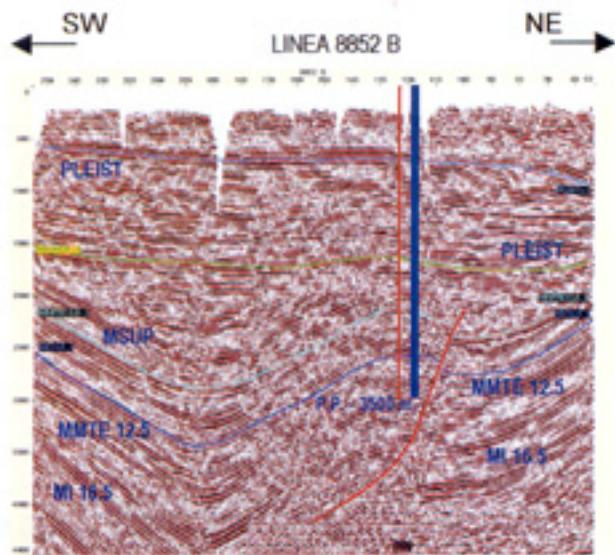


Figura 6. Sección sísmica antecedente señalando la ubicación de los pozos Camaronero -1 y 1A

#### - Desarrollo del diseño

Como se describió anteriormente la primera parte consistió en evaluar detalladamente la información disponible para la elaboración del diseño.

La información sísmica 2D antecedente presenta buena calidad de información en las áreas terrestre y marina.

En las líneas sísmicas 2D que atraviesan de tierra a mar se aprecia una clara disminución de la calidad de la información en la porción transicional, debido entre otros factores al amortiguamiento de la señal en la zona de la playa y el ruido registrado a consecuencia del oleaje, como se ilustra en la figura 6.

De las características del objetivo y las secciones sísmicas se obtuvieron los datos para efectuar los cálculos de los principales atributos sísmicos de la señal que se debe obtener para satisfacer los requerimientos de los intérpretes. Los parámetros más relevantes calculados y su forma de obtención son entre otros los siguientes.

#### - Importance of the study

The study is of great relevance in the exploratory strategy of the North Region and is framed within the Strategic Gas Program (PEG). Its objectives are gasiferous and its depth was located at 3514 m, approximately at Miocene level (Fig. 6). Recently the well Camaronero-1 was drilled, not being able to reach the depth objective because of the strong gas manifestations in the upper intervals this motivated the drilling of well Camaronero-1A and the acquisition of a 3D seismic study in order to limit the structure adequately because the probable reservoir is of 183 MMMPC dry gas.



Figura 5. Detalle de ubicación

#### - Design development

As it was previously described the first stage consisted on a detailed evaluation of the available information in order to elaborate the design.

The previous 2D seismic proved to be a good quality source of information for the marine and in-land areas. Although there was a clear decrease in the quality of the information in the lines running from sea- in-land in the transitional area, because, among some other factors, of the buffering of the signal on the beach zone and the noise registered due to the rush of waves, as illustrated in figure 6. The data were obtained from the characteristics of the objective and the seismic sections in order to make the calculations of the main seismic attributes of the signal that should be obtained in order to satisfy the requirements of the interpreters. The most relevant parameters were calculated as follows:

## Máximo Buzamiento ( ): 25 °

Para calcularlo se utilizó la siguiente fórmula para secciones sísmicas sin migrar:

En donde:

V = Velocidad rms al objetivo

dx = Intervalo en metros del CDP o CMP de los datos 2D

dT = Milisegundos por traza

## Maximum Dipping( ): 25°

In order to calculate it the following formula was used for seismic sections with no migration:

Where:

V= Velocity rms to the objective

dx = Interval in meters of the CDP or CMP of the 2D data

dT= Milliseconds per trace

$$\operatorname{sen}\phi^{-1} = \frac{(V * dT)}{(2 * dx)}$$

Tamaño de celda: 25 x 25 m

Este parámetro se obtuvo de los datos de máximo buzamiento y de las frecuencias observadas en las secciones sísmicas 2D y requeridas como mínimas para satisfacer los objetivos del estudio, las fórmulas que se utilizaron fueron las siguientes:

$$fm = \frac{(V)}{(2 * m * dx * \operatorname{sen}\phi)}$$

En donde:

Where:

fm = máxima frecuencia

fm = maximum frequency

V = velocidad al objetivo

V= velocity to the objective

$$dx = \frac{(V)}{(2 * m * fm * \operatorname{sen}\phi)}$$

m= número de muestras

m= number of samples

φ = buzamiento

φ = dipping

## Apertura de migración: 1834 m

Este valor se obtuvo considerando los valores calculados previamente y representa la superficie que debe ser agregada a la superficie del área imagen a efecto de muestrear adecuadamente el horizonte objetivo, se calculó utilizando la siguiente formula:

$$\text{AperturaMigracion} = \frac{(V * T * \operatorname{sen}\phi)}{(2)}$$

*Migration opening*

Estos son sólo algunos ejemplos de los cálculos efectuados en la realización del Estudio Camaronero. A continuación se presentan los resultados obtenidos de los cálculos complementarios más importantes.

- Densidad de trazas por Km<sup>2</sup> : 115200
- Frecuencia máxima : 75 Hz
- Velocidad a nivel objetivo: 3000 m/s

Una vez que se concluyó el análisis de los parámetros requeridos contra los parámetros alcanzables se determinó que era factible satisfacer las necesidades de información sísmica 3D, por lo cual se procedió a generar las geometrías de adquisición más apropiadas para éste estudio, complementándose con la selección, evaluación e integración de los Aspectos operacionales (tipo de equipos necesarios, seguridad, protección ambiental, impacto social, etc.) y Aspectos económicos (costo de los equipos, cantidades necesarias, tiempos requeridos, costo de la mano de obra, etc.), obteniéndose los siguientes resultados.

## Opening of migration: 1834 m

This value was reached taking into consideration the values calculated previously and it represents the surface that should be added to the surface of the image area so as to sample adequately the objective horizon, it was given by:

$$\text{AperturaMigracion} = \frac{(V * T * \operatorname{sen}\phi)}{(2)}$$

These are only some examples of the calculations made in the Camaronero Study. The results obtained of the most important complementary calculations are shown next.

- Density of traces per square kilometer: 115200
- Maximum Frequency: 75 Hz
- Velocity at objective level: 3000 m/s

Once the analysis of the required parameters against the attainable parameters was finished, it was determined that it was feasible to satisfy the necessities of 3D seismic information after which it was proceeded to generate the more appropriate acquisition geometries for this study. Supplementing it with the selection, evaluation and integration of the Operational Aspects (type of necessary equipment, security, environmental protection, social impact, etc.) and the Economic Aspects (cost of the equipment, needed amounts, required times, cost of the work force, etc.), reaching the following results.



## Geometrías de adquisición:

Una de las características relevantes del Estudio Camaronero es que con él se logrará unir la imagen sísmica con la de los cubos Cocuite y Playuela ya adquiridos y unidos para su interpretación, por esta razón se puso especial empeño en lograr una unión adecuada. Se definió la geometría como ortogonal, esto es, líneas de recepción formando ángulos rectos con las líneas de fuentes a distancias específicamente calculadas para cada zona del estudio.

En cuanto a apilamientos se concluyó en la necesidad de incrementarlo considerablemente en la zona de transición debido a la presencia de fuerte oleaje especialmente en la fecha del año en que se desarrollará este estudio (Nov.-Dic.). Se consideraron tres tipos de apilamiento nominal básico para las diferentes zonas del estudio de acuerdo a lo siguiente:

Apilamiento:

Zona Terrestre:	35
Zona de Transición:	52
Zona Marina:	56

En la figura 8 se muestra un detalle de los apilamientos nominales señalados.

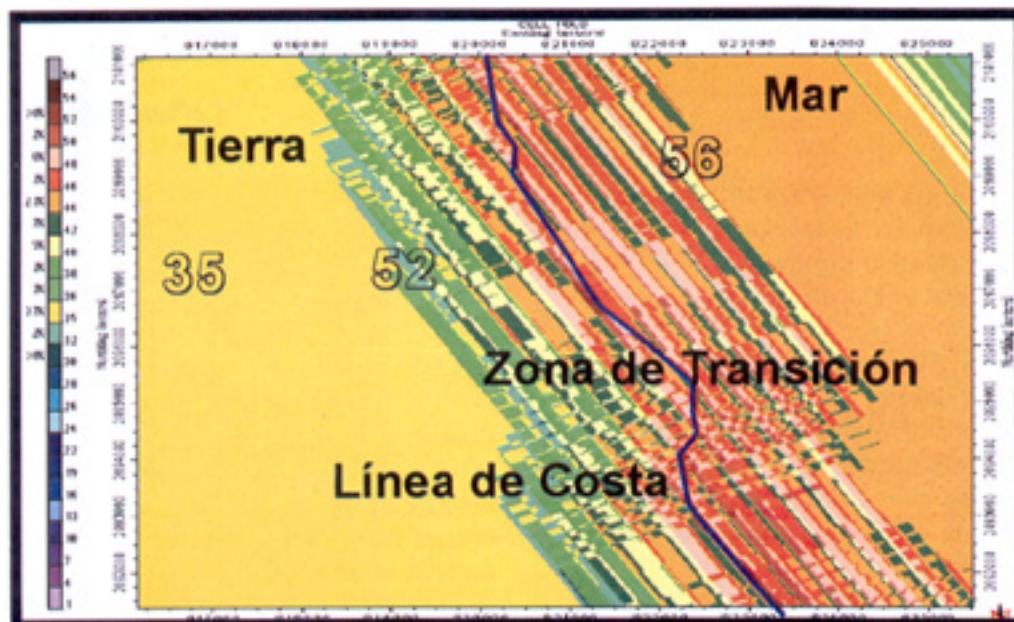


Figura 8. Detalle de apilamientos

## Geometries of acquisition:

One of the relevant characteristics of the Camaronero Study is that with it, it will be possible to link the seismic image with that of the Cocuite and Playuela cubes already acquired and linked for their interpretation. For this reason a special effort was put into achieving an adequate union. The geometry was defined as orthogonal, this is, reception lines at right angles with the source lines at specifically calculated distances for each zone of the study.

As for the piling up, it was concluded that it needs to be increased considerably in the transition zone because of the presence of a strong wave rush specially during the time of the year at which the study will be carried out (November-December). Three types of basic nominal piling up were considered for the various zones of the study according to the following:

Piling up:

Terrestrial zone:	35
Zone of Transition:	52
Marine zone:	56

In figure 8 a sample of the nominal piling up mentioned .

## Plantillas de adquisición:

Dado que para cada área los requerimientos son distintos se emplearon plantillas diferentes para las zonas: terrestre, de transición con fuente en tierra, de transición con fuente en mar y marina. Las cuales se describen a continuación.

### a) Adquisición en zona terrestre

Cuando la operación se realiza con todos los equipos en tierra (sin ningún tendido en mar) se opera con una plantilla que involucra lo siguiente:

Número de líneas activas:	10
Canales por línea:	154
Total de canales activos:	1540

En esta área del estudio se adquieren 10 líneas de recepción de 154 canales por cada disparo efectuado para un total de 1540 canales activos por punto de tiro.

Las profundidades de los pozos y las cargas de los mismos fueron determinadas en base a pruebas de campo, se emplean equipos de posicionamiento GPS, la perforación es de tipo terrestre (Fig. 10), con diferentes tipos de perforadoras, equipo de grabación terrestre y de pantano (Fig. 11).

## Acquisition plotting:

Since the requirements for each area are different, several plottings were used: terrestrial, transition with source in-land, transition with source in sea and marine. They are described next:

### a) In-land acquisition.

When the whole operation is carried out in-land, with no equipment outin the sea. It involves the following:

Number of active lines:	10
Channels per line:	154
Total active channels:	1540

Ten reception lines with 154 channels per shot for a total of 1540 active channels per shot point were acquired in this area of study. The depths of the wells and its charges were determined based on field tests, GPS positioning equipment is used, the drilling is terrestrial (Fig. 10) with different type of drillers, terrestrial and swamp recording devices (Fig. 11).



Figura 10. Equipos de perforación empleados en zona terrestre

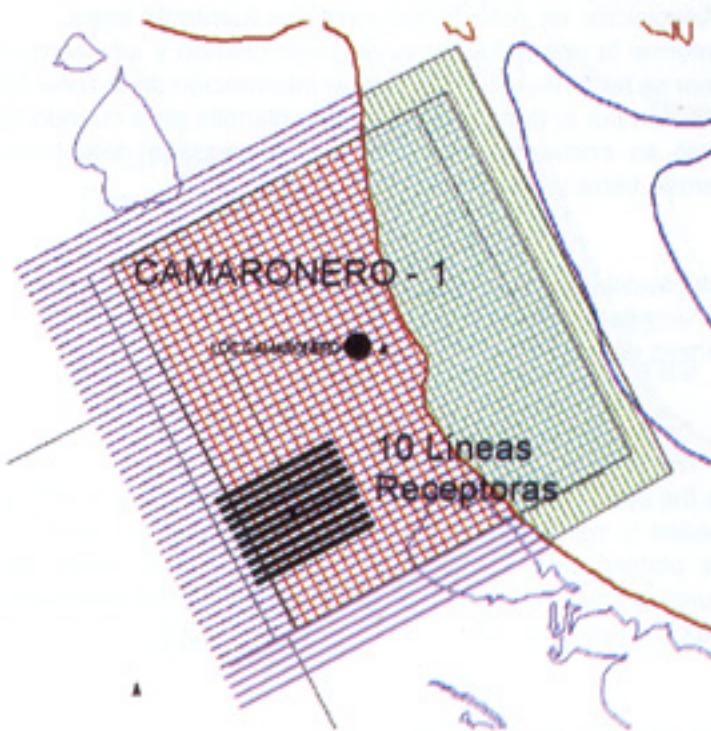


Figura 9. Adquisición en zona terrestre



Figura 11. Camión de registro sísmico

b) Adquisición en zona transicional con fuente en tierra.  
Conforme la operación se vaya desarrollando y se acerque al mar se hará necesario recuperar información de la zona de transición por lo tanto se diseñó esta plantilla para cuando la fuente se encuentre en tierra y el tendido de detectores abarque tierra y mar (Fig. 13).

Esta plantilla utiliza lo siguiente:

Número de líneas activas en tierra: 10

Número de líneas activas en agua: 2

b) Transitional zone acquisition with in-land source.

As the operation develops and gets nearer the sea, it will be needed to recover information from the transition zone, so this plotting was designed for those cases in which the source is stationed in-land while the detectors are set in-land and off shore (Fig. 13)

This plot uses the following:

Number of active lines in-land: 10

Number of active lines in water: 2

Se utiliza equipo de posicionamiento GPS tanto en tierra como en mar, equipo de perforación especialmente adaptado para zonas de transición (Fig. 13), equipo de detección terrestre, lagunar y marino y dinamita como fuente de energía. Las profundidades y cargas de los pozos se determinan con base en pruebas de campo.

Con esta plantilla se recupera información de la zona de transición que en su momento se complementará con la información que se adquiere cuando se trabaje esta zona pero con la fuente posicionada en mar.

Es de notarse que se requiere un gran esfuerzo de coordinación durante la operación, para integrar los esfuerzos adecuadamente y la señal que se recupere cuente con los atributos necesarios para ser procesada e interpretada adecuadamente.

En tierra se emplean detectores de tipo terrestre y pantano, y en mar se emplean hidrófonos. La mezcla de la información requiere de filtros especialmente diseñados para tal efecto y se tiene especial cuidado en la relación de señal a ruido cuando se realiza la grabación de la información.

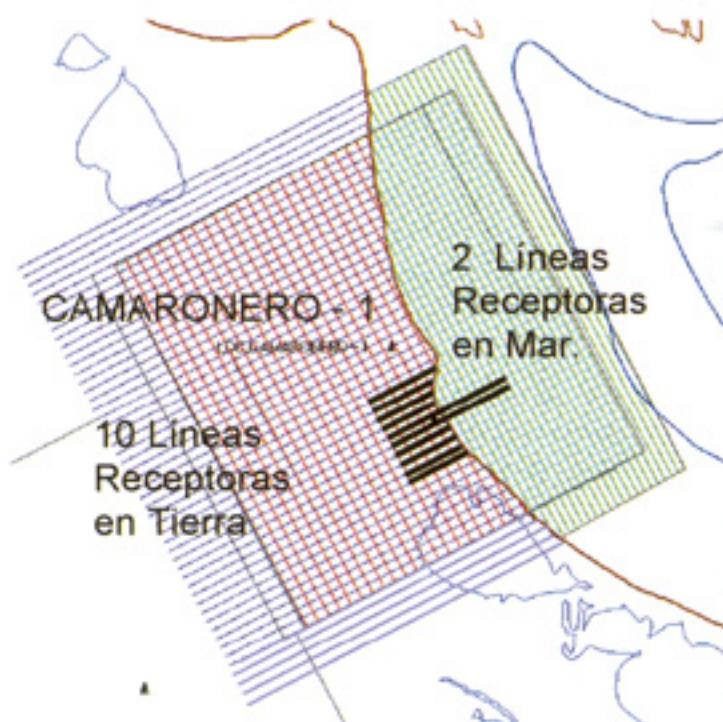


Fig. 12 Geometría de adquisición transicional (fuente en tierra)

GPS positioning equipment is used both in-land and off-shore, drilling equipment specially adapted for transition zones (Fig. 13), terrestrial, lagoon and marine detection equipment and dynamite as source of energy.

The depths and charges of the wells are determined according to field tests.

With this plotting the information from the transitional zone is recovered. This information will be supplemented with the information that will be acquired when this zone is worked zone but with the source positioned off shore.

It should be noted that a great coordination effort is required during the operation to adequately integrate the efforts and to create the necessary conditions so that the recovered signal has the necessary attribute in order to be processed and interpreted appropriately. Terrestrial and swamp type detectors are used in land, while off shore hydrophones are used. The combination of the information requires of especially designed filters and for such effect a special care is given to the relationship between sound and noise when the information is being recorded.



Fig. 13 . Operación transicional con fuente en tierra

c) Adquisición en zona transicional con fuente en mar.

Cuando la operación se realiza en la zona transicional y la fuente de energía pasa al mar se utiliza la siguiente plantilla de adquisición (Fig. 14).

Esta plantilla utiliza lo siguiente:

Número de líneas activas en tierra: 4  
Número de líneas activas en agua: 2

En esta clase de operación se utiliza equipo de posicionamiento GPS, equipo de detección marino, terrestre y de pantano y como fuente de energía cañones de aire en embarcaciones acondicionadas para operar en aguas someras.

Se requiere el uso de botes para el regado de detectores en la zona de aguas someras y una embarcación capaz de operar en tirantes de agua menores a 5 m (Fig. 15).

Esta geometría se complementa con la utilizada cuando la operación es en la zona transicional con fuente en tierra para obtener los atributos necesarios (apilamiento, distribución de offsets y distribución de azimut) de la señal sismica en la zona de transición.

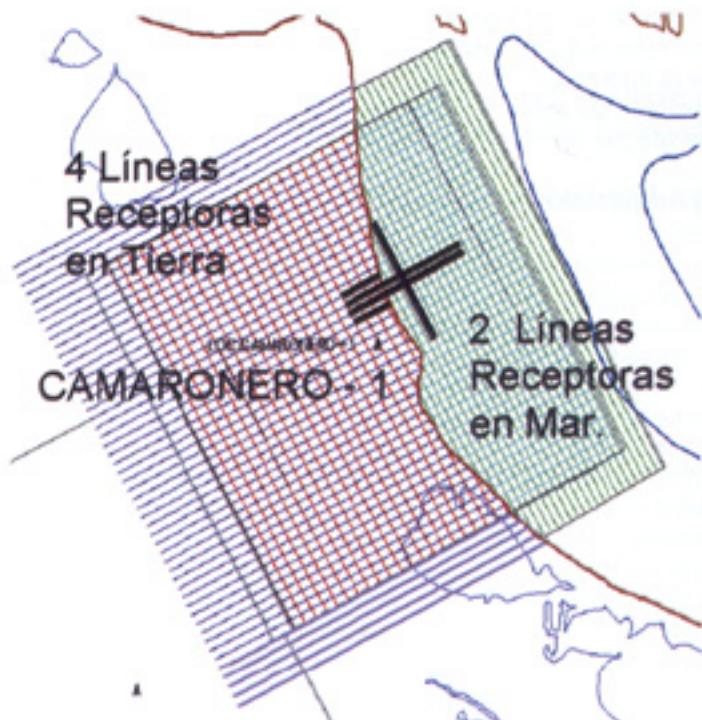


Figura 14. Geometría de adquisición transicional con fuente en mar

c) Acquisition in transitional zone with source off shore.

When the operation is carried out in the transitional zone and the source of energy is off shore the following acquisition plot is used (Fig. 14).

This plot uses the following:

Number of active lines in land: 4  
Number of active lines in water: 2

In this type of operation team GPS positioning equipment, marine, terrestrial and swamp detection equipment and as source of energy air canyons in ships especially conditioned in order to operate in shallow waters. It is necessary to use boats to spread the detectors in the shallow waters and a craft able to operate in a depth of less than 5 m (Fig.15). This geometry is supplemented with that used when the operation is in them transitional zone with source in land in order to get the necessary characteristics (piling up, distribution of offsets and distribution of azimuths) of the seismic signal in the zone of transition.

Figura 15. Equipo de adquisición en zona transicional con fuente en mar y detalle del área

El diseño de esta geometría obedece a que es mucho más rápido el desplazamiento de la embarcación en cada punto de tiro, a lo largo de las líneas de fuentes, el sembrado y recogido de material es mucho más controlado, la calidad y atributos de la información recuperada es aceptable tal y como se verá más adelante en la sección de resultados, permitiendo un uso eficiente de equipos, personal y en general de los recursos de la brigada. Las operaciones se realizan con gran seguridad y sin afectar al medio ambiente.

#### d) Adquisición en zona marina

Cuando la operación se realiza exclusivamente en el mar (sin incluir tendido en tierra) la adquisición se hace a través de dos líneas de recepción y la embarcación con el arreglo de cañones de aire que se utilizan como fuente de energía se desplaza a lo largo de una línea de fuentes tal y como se indica en la figura 16, esta geometría se complementa con la utilizada para la adquisición de datos en zona de transición con fuente en tierra.

El diseño de esta plantilla permite un avance eficiente de las operaciones, un uso optimizado de equipos, materiales y personal, un control adecuado del posicionamiento de los grupos de receptores y un reemplazo rápido en caso de ser requerido, la información que se recupera es procesada sin mayores problemas con el resto de la información grabada.

Se emplean dos líneas de recepción y una línea de fuentes a lo largo de la cual se desplaza la embarcación de disparo. La señal grabada es procesada inmediatamente para verificar el posicionamiento y que la energía sea la adecuada para su posterior proceso e integración.

Esta operación utiliza una embarcación diseñada y construida específicamente para este tipo de actividades, la fuente de energía son arreglos de cañones de aire que inyectan una energía con una relación de pico burbuja igual o mayor que 10 y una fuerza pico – valle del orden de 17 bar - metro.

La detección de la señal se realiza con cables, hidrófonos, cajas telemétricas, boyas y equipo de posicionamiento marino, como se ilustra en la figura 17.

The design of this geometry obeys to the faster displacement of the craft in each shot point along the source lines, the planting and cropping of the material is more controlled and the quality and characteristics of the recovered information is acceptable as will be seen later in the results section. This allows for an efficient use of equipment, personnel and, in general, of all the resources of the team.

The operations are performed with great security and without damaging the environment.

#### d) Acquisition in marine zone.

When the operation is carried out exclusively in the sea, the acquisition is made through two reception lines, the energy source is again air canyons installed in the craft, which moves along a source line as it is indicated in figure 16. This geometry is supplemented with that used for the acquisition of data in the transitional zone with land source.

The design of this plot permits an efficient flow of the operation, an optimal use of equipment, materials and personnel, an adequate control of the positioning of the groups of receivers and a quick substitution in case it is required. The recovered information is processed without further problem with the rest of the recorded information. Two lines of reception and a line of sources are used. The recorded signal is processed immediately in order to verify the positioning and that the energy is the appropriate for its later processing and integration. This operation uses a craft designed and built specifically for this type of activities, the source of energy comes from air canyons that inject an energy with a peak-bubble relationship equal or greater than 10 and a force peak-valley of about 17 bar-meter. The detection of the signal is carried out with cables, hydrophones, telemetric boxes, buoys, and a marine positioning equipment as illustrated in figure 17.

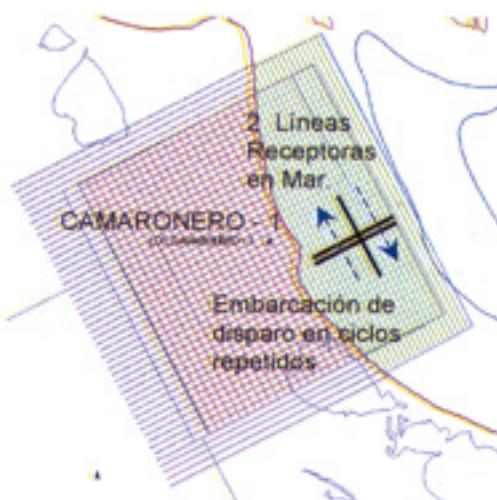


Figura 16. Geometría de adquisición marina



Figura 17. Equipo de adquisición sísmica marino



## INFORMACIÓN GENERAL UTILIZADA EN EL DISEÑO SÍSMICO 3D

Para poder llegar a obtener los resultados que se mostraron anteriormente se contó con una adecuada cantidad de información que nos permitió establecer con precisión las condiciones específicas que debía reunir el diseño para poder alcanzar los objetivos.

Entre la información técnica más relevante estudiada se cuentan las secciones sísmicas 2D antecedentes (Fig. 18), configuraciones estructurales, datos de pozos, datos de velocidades, modelos geológicos, parámetros de los estudios antecedentes, ortofotos digitales (Fig. 19), información de batimetría.

Además se contó con información general del área del estudio como: localización de asentamientos humanos, tipo de actividades principales en el área, obstáculos, descripción del medio ambiente, características del uso del suelo, restricciones en materia ambiental, hidrología, cuerpos de agua, vías de acceso, carreteras federales, instalaciones petroleras, ductos, tipos y fechas de la actividad pesquera, clima del lugar, pronóstico de fenómenos metereológicos.

En el diseño del Estudio Camaronero se contó con suficiente información la cual se integró al análisis obteniéndose una opción de diseño muy adecuada para las características y complejidad del estudio.

## GENERAL INFORMATION USED IN THE 3D SEISMIC DESIGN

In order to obtain the results that were previously shown, there was enough information that permitted us to accurately establish the specific information that the design should have order to reach the objectives. Among the most important technical information that was studied, there were the previous 2D seismic sections (Fig. 18) structural configurations, data from the wells, velocity data, geological models, parameters from the previous studies, digital ortho-photographs (Fig. 19), bathymetry information. There was also general information from the area, such as location of towns and villages, main economical activities of the inhabitants of the area, obstacles, description of the environment, characteristic of land use, environmental restrictions, hydrology, water bodies, roads of access, federal highways, oil facilities, pipelines, types and dates of fishing activity, climate of the place, weather forecast.

For the design of the Camaronero Study the available information was sufficiently enough so as to be integrated into the analysis, getting an adequate design option considering the characteristics and complexity of the study.

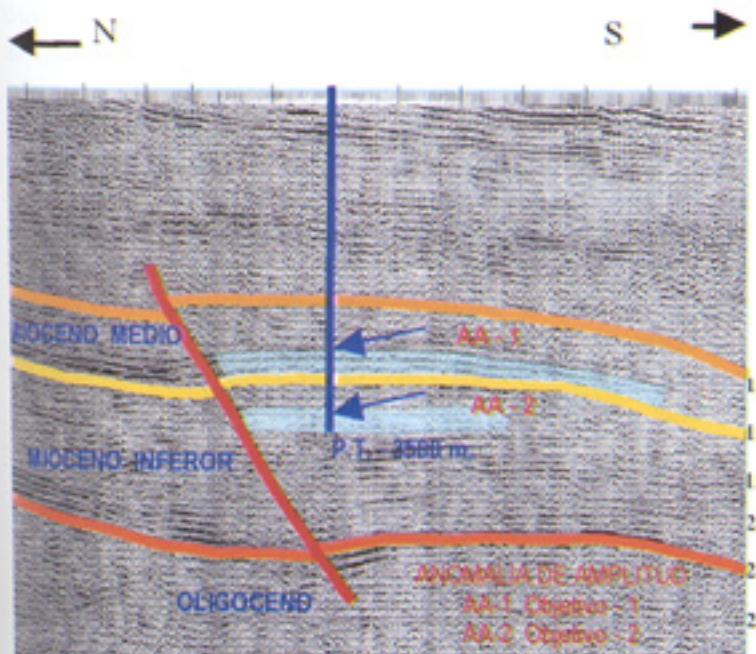


Figura 18. Sección sísmica antecedente

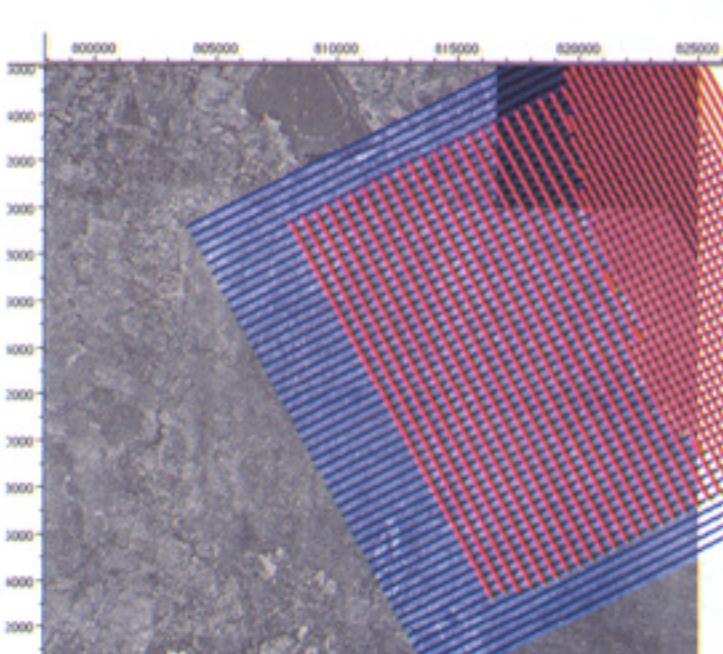


Figura 19. Ortofoto digital del área del estudio Camaronero

## - Estadísticas del estudio

A efecto de dimensionar adecuadamente la magnitud del estudio, conviene repasar algunas estadísticas interesantes del mismo, de esta manera tenemos que:

, Se dispararán 7,467 puntos de tiro en tierra y 32,715 posiciones de disparo en mar.

, Se grabará información sísmica 3D en más de 500,000 celdas en subsuelo de 25 x 25 m.

, Se emplearán a más de 470 personas en el estudio, se utilizarán 21 equipos de perforación y se detonarán aproximadamente 15 toneladas de explosivos, todo bajo las más estrictas normas de calidad, seguridad y protección ambiental.

, El estudio se desarrolla en una superficie de 300 Km<sup>2</sup>, y al finalizar se podrá unir con los cubos de Cocuite, Playuela y Zafiro Perdiz, con lo cual se dispondrá de una imagen sísmica tridimensional de alta calidad de más de 2400 Km<sup>2</sup> en la cuenca de Veracruz.

, El impacto que esta cantidad de información ha tenido en la generación de localizaciones ha sido enorme, resaltando el hecho de que tan sólo para el Estudio Camaronero la estructura que se definirá con mayor precisión cuenta con un recurso probable de más de 183 MMMPCG.

, El estudio permitirá definir con mayor precisión otros intervalos de interés ya que durante la perforación del pozo Camaronero-1 se tuvieron importantes manifestaciones de gas en el rango de 2300 m a 2640 m de profundidad. Este pozo sólo llegó a 2712 m mientras que la profundidad programada para Camaronero-1A es de 3700 m, teniendo a la fecha (11 de Enero /2002) varias manifestaciones de gas desde 2251, hasta 3253 m. y al menos 10 intervalos recomendados para pruebas de producción.

, La información que actualmente se está obteniendo es de buena calidad, con un apilamiento efectivo apropiado, una distribución de offsets uniforme y una distribución de azimuts en prácticamente todas las direcciones, lo cual permitirá realizar un procesado final de la información de gran calidad y facilitará la realización de estudios especiales como AVO.

## Statistics of the study

In order to adequately dimension the magnitude of the study, it would be convenient to review some interesting statistics of the same one, of this way has that:

, 7467 will be discharged 7.467 points of shot in earth and 32.715 positions of shooting in sea.

, will be recorded seismic information 3D in more than 500.000 cells in underground of 25 x 25 m.

, will be used to more than 470 people in the study, 21 teams of perforation will be used and will be detonated 15 tons of explosive, all under the strictest norms of quality, security and environmental protection approximately.

, The study is developed Km<sup>2</sup> in a surface of 300, and upon being concluded will unite with the cubes of Cocuite, Playuela and Sapphire Partridge, with which a seismic three-dimensional image of high quality of more will be had than 2400 Km<sup>2</sup> in the basin of Veracruz.

, The impact that this amount of information has had in the generation of localizations you/he/she/it have been enormous, standing out the fact that just for the Camaronero Study the structure that will be defined with old precision has a probable resource of more than 183 MMMPCG.

, The study will allow to define other intervals of interest with old precision since during the perforation of the well Camaronero-1 was had important gas manifestations in the range of 2300 m to 2640 m of depth. This well only arrived to 2712 m while the depth programmed for Camaronero-1A is of 3700 m, having to the date (11 of January/ 2002) several gas manifestations from 2251, up to 3253 m. and at least 10 intervals recommended for tests of production.

, The information that at the moment one is obtaining is of good quality, with an effective appropriate piling up, a distribution of uniform [offsets] and a distribution of [azimuths] in practically all the addresses, which he/she/it/you will allow to carry out a processed final of the information of great quality and he/she/it/you will facilitate the realization of special studies like AVO.

## RESULTADOS DEL ESTUDIO

Aunque a la fecha el Estudio Camaronero se encuentra todavía en operación, los resultados obtenidos de manera preliminar permiten establecer que la calidad de la información que se está adquiriendo es alta y los objetivos geológicos – geofísicos del estudio se están alcanzando de manera efectiva tal y como se muestra en las figuras 20 y 21 en las que se aprecia la

excelente resolución a los niveles objetivo.

En cuanto a la definición horizontal en los resultados preliminares se aprecia una estupenda resolución tal y como se puede observar en la figura 22 en la cual se muestra un corte en tiempo a 2.50 segundos, con excelente calidad de la información sísmica.

Estos resultados, por sus características y el hecho de son preliminares establecen con claridad que el primer estudio sísmico 3D transicional de la Región Norte de PEP, Estudio Camaronero, es de excelente calidad, cubriendo ampliamente los objetivos planteados.

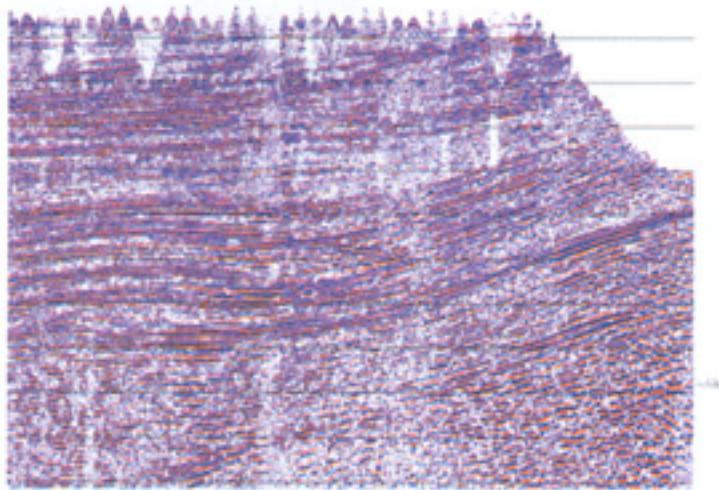


Figura 20. Sección Sísmica preliminar

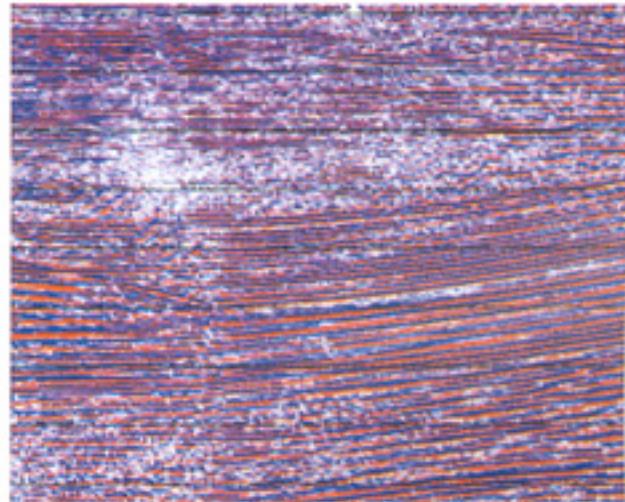
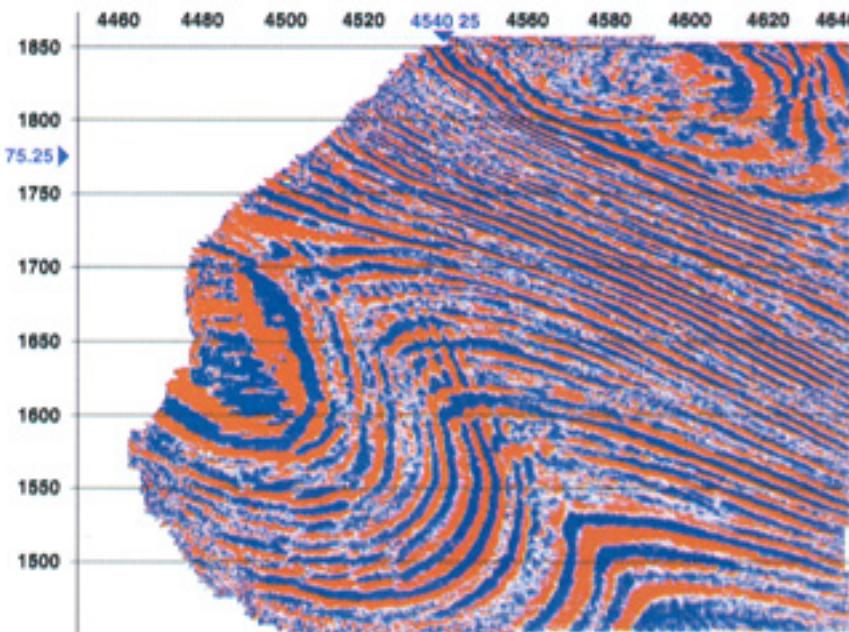


Figura 21. Sección Sísmica preliminar

## RESULTS OF THE STUDY

Although to the date the Camaronero Study is still in operation, the results obtained of preliminary way allow to establish that the quality of the information that one is acquiring is high and the objectives geologic –geophysical of the study are being reached from effective such way and like sample in the figures 20 21 in which the excellent resolution is appreciated the levels objective.

As for the horizontal definition in the preliminary results is appreciated a stupendous such resolution and it like one could observe 22 in the figure in which sample a cut in time to 2.50 seconds, with excellent quality of the seismic information. These results, for their characteristics and the fact of they are preliminaries they establish with clarity that the first seismic study 3D transitional of the North Region of PEP, Camaronero Study, is of excellent quality, covering the expounded objectives thoroughly.



## CONCLUSIONES

En la exploración petrolera, la adquisición de sismica tridimensional se ha convertido en una actividad primordial para el descubrimiento de nuevos yacimientos y la delimitación adecuada de los ya conocidos, su impacto ha sido fundamental en los éxitos alcanzados durante los últimos años, gracias a ésta información la interpretación del subsuelo se realiza ahora con un mayor grado de certidumbre logrando reducir los riesgos geológicos y económicos sustancialmente.

El impacto de esta tecnología se ha reflejado también en las áreas de producción, pues ahora con el apoyo de especialistas en ésta materia es posible optimizar los esquemas de producción en los campos ya conocidos y diseñar la explotación de campos más adecuadamente.

Con el diseño y adquisición del primer estudio sismológico 3D transicional en la Región Norte de PEP, se abre una nueva ventana de posibilidades a la exploración e incorporación de reservas en áreas hasta ahora no explotadas adecuadamente por la falta de sismica de buena calidad.

Ahora será posible realizar la correlación de los horizontes productores de los campos terrestres a las estructuras marinas a través de imágenes sísmicas de excelente calidad.

Los sistemas de interpretación sísmica están mejorando dia a día y muy pronto será posible para nuestros intérpretes, introducirse, de modo prácticamente literal en los cubos sísmicos (Fig. 23). Por esta razón el diseño adecuado de los mismos será cada vez más relevante pues los éxitos exploratorios se fundamentan en la calidad de la interpretación que se realice y ésta actividad está íntimamente relacionada con la calidad de la sismica 3D.

Conforme se avanza en el conocimiento de las áreas productoras de nuestra región los requerimientos se vuelven más complejos y los retos mayores.

El diseño del Estudio Camaronero es, sin duda, una prueba de ello pues se tuvieron que involucrar muchos aspectos de diversa índole sin embargo los resultados obtenidos establecen con gran certeza la posibilidad de explorar con grandes posibilidades de éxito las áreas similares de transición en la Región Norte (Fig. 24), incluyendo la Cuenca de Burgos en su prolongación hacia el mar, el área de San José de las Rusias, la Cuenca Tampico-Misantla, la Cuenca de Veracruz y por supuesto el área transicional del Activo Misantla - Golfo de México.

El impacto que el diseño sismológico 3D tiene desde el punto de vista técnico es definitivo en la calidad de la información sísmica que se obtenga, sus repercusiones influyen hasta el proceso de Interpretación pues mientras mejor sismica tenga un intérprete mejores resultados podrá obtener.

Desde el punto de vista económico también es fundamental su influencia, pues un diseño sismológico bien planteado puede ahorrar grandes cantidades de recursos. Desde el punto de vista operacional un buen diseño puede llegar a evitar muchos problemas posteriores por actividades mal programadas.

El diseño y adquisición del Estudio Camaronero aporta un nuevo panorama en ésta área al ofrecer una opción rentable para la adquisición de éste tipo de sismica tridimensional y abre nuevas posibilidades para la exploración de zonas transicionales en todo México y en particular en la Región Norte de PEP.

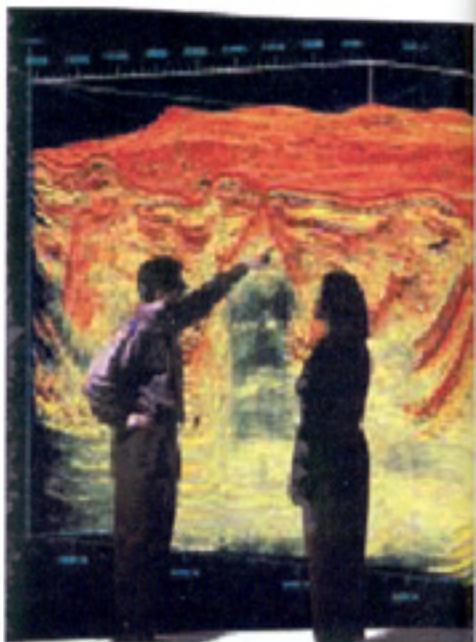


Figura 23. Visualizador de cubos sísmicos



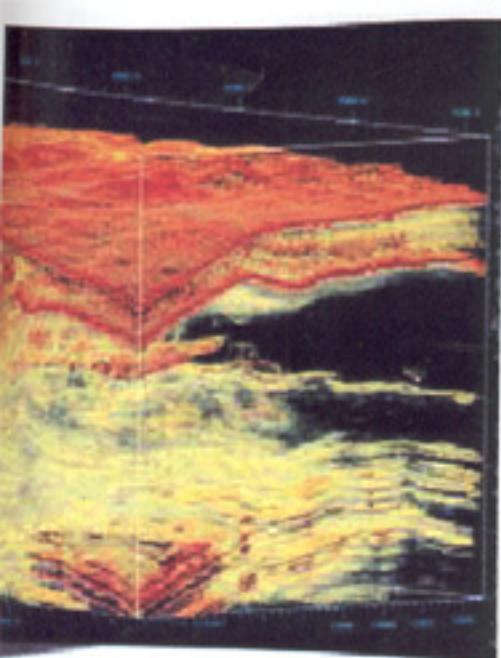


Figura 23. Visualizador de cubos sísmicos

## CONCLUSIONS

In the oil exploration, the acquisition of seismic three-dimensional it has already become a primordial activity for the discovery of new locations and the appropriate delimitation of those well-known, their impact has been fundamental in the successes reached during the last years, thanks to this information the interpretation of the underground is carried out now with a bigger degree of certainty being able to reduce the geologic and economic risks substantially.

The impact of this technology has also been reflected in the production areas, because now with the support of specialists in this matter is possible to already optimize the production outlines in the fields well-known and to design the exploitation of more fields appropriately.

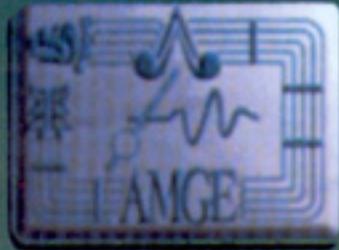
With the design and acquisition of the first 3D sismologic transitional study in the North Region of PEP, a new window of possibilities to the exploration opens up and incorporation of reservations in areas until now not exploited appropriately for seismic the lack of good quality. Now it will be possible to carry out the correlation of the horizons producing the terrestrial fields to the marine structures through seismic images of excellent quality.

The systems of seismic interpretation are improving day by day and it very soon will be possible for our interpreters, introduce, of way practically literal in the seismic cubes (Fig. 23). For this reason the design adapted of the same will be more and more excellent because the exploratory successes are based in the quality of the interpretation that is carried out and this activity is intimately related with the quality of the seismic 3D.

Resign advances in the knowledge of the areas producing our region the requirements they become more complex and the old challenges. The design of the Camaronero Study is, without a doubt, a test of this because they were had to involve many aspects of diverse nature however the obtained results establish the possibility with great certainty of exploring the similar areas of transition in the North Region with big possibilities of success (Fig. 24), including the Basin of Burgos in their continuation toward the sea, the area of San José de las Rusias, the Tampico-Misantla Basin, the Basin of Veracruz and of course the transitional area of the Misantla Assets- Gulf from Mexico. The impact that the 3D sismologic design has from the technical point of view it is definitive in the quality of the seismic information that is obtained, their repercussions influence until the process of since while better seismic Interpretation it have an interpreter better results will obtain. From the economic point of view is also fundamental their influence, because a sismologic design well expounded it could save big amounts of resources. From the operational point of view a good design could come to avoid many posterior problems for activities programmed wrong.

The design and acquisition of the Camaronero Study contribute a new panorama in this area upon offering a profitable option for the acquisition of this type of seismic three-dimensional and you/he/she/it open new possibilities for the exploration of transitional zones in all Mexico and in particular in the North Region of PEP





Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración, A.C.

# X Simposio de Geofísica y Exposición

del 3 al 6 de septiembre de 2002

Veracruz, Ver., México

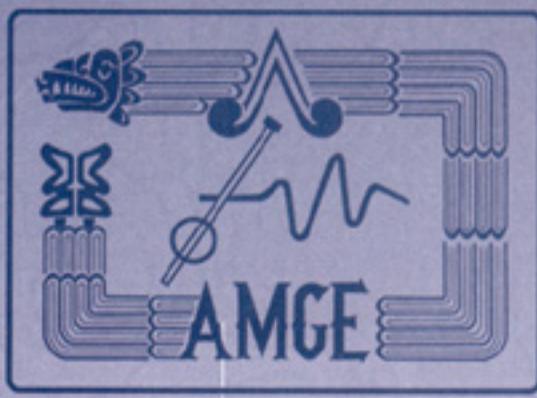
Informes y Reservaciones:

GRUPO ECODSA

Tel.: 01 (55) 56 98 45 75

Fax: 01 (55) 56 98 68 75

[ecodsa@prodigy.net.mx](mailto:ecodsa@prodigy.net.mx)



**Asociación Mexicana  
de Geofísicos de Exploración, A.C.**

[www.amge.org.mx](http://www.amge.org.mx)

Piñon No. 129 altos  
Col. Nueva Santa María  
Delegación Azcapotzalco  
México, D.F.  
C.P. 02800