

# VOZ

AÑO 04 • EDICIÓN 39  
Marzo 2020

## PETROLERA



REVISTA DEL COLEGIO  
DE INGENIEROS  
PETROLEROS DE  
MÉXICO, A.C.

**Pruebas de  
presión-  
producción  
en YNF**

*Pressure-  
Production  
Testing in  
Naturally  
Fractured  
Reservoirs*

**Afectaciones de  
productividad  
en obras de  
infraestructura  
marina**

*Productivity  
Risks in Marine  
Infrastructure  
Projects*

**Aplicación de  
metodologías no  
convencionales**

*Application of  
Unconventional  
Methodologies*

# 82 Aniversario de la Expropiación Petrolera

*82nd Anniversary of  
the Oil Expropriation*

**Cálculo del  
gasto crítico  
en pozos  
de gas**

*Critical Flow  
Rate Calculations  
in Gas Wells*









**E**stimados Colegiados:  
Petróleos Mexicanos (Pemex) llega a sus primeros 82 años fortalecida, por increíble que parezca. La empresa hoy vive una profunda transformación que le permitirá vivir una nueva etapa de bonanza, si mantiene un rumbo fijo. Todo cambio es motivo de ajuste, pero si este cambio se realiza con visión de largo plazo, especialmente en el caso del sector energético, poniendo el bien de la nación por delante, seguramente los resultados serán favorables.

En este periodo de aniversario para Pemex, la empresa más importante de nuestro país y sus administradores están conscientes de los desafíos que enfrentan todas las compañías del sector energético en el mundo. Más aún, los tiempos que se viven hoy día suponen desafíos pocas veces observados en otras épocas.

No obstante, el abatimiento total de la corrupción en la empresa, su reorientación para ser punta de lanza en la soberanía energética del país, su paulatina, pero constante, recuperación en materia productiva; así como el desendeudamiento que ya muestra en sus finanzas, le abren paso a la compañía a mejores tiempos.

Hace 82 años la empresa nació para proporcionarle al país la certeza energética y la soberanía sobre sus activos en el sector; hoy, este objetivo se fortalece cada vez más. En los próximos años se verán los resultados de la política y estrategia diseñada por y para Pemex.

En este festejo, vale la pena recordar lo que ha sido Pemex en todos estos años, desde su nacimiento hasta la fecha. La compañía explica, en gran medida, el desarrollo del país, y su salud financiera es requisito indispensable; pero también su independencia productiva y la certidumbre de que el petróleo es para beneficio de los mexicanos. Es tanta la confianza de lo que viene para Pemex, que la meta de producir al cierre del sexenio 2.6 millones de barriles diarios de petróleo, se mantiene fuerte.

Como ingenieros petroleros nos sentimos orgullosos de nuestras aportaciones a la construcción del país. Estamos seguros que Pemex será siempre la empresa más importante de México y la que impulse el desarrollo de nuestro país. El gremio petrolero se congratula y solidariza con Pemex. Muchos de nuestros colegiados forman parte de esa gran empresa mexicana; por ello, sabemos de su compromiso y pasión por la profesión, herramienta fundamental para llevar a Pemex al lugar que le corresponde dentro del sector energético mundial.

**D**ear Collegiate:  
Petróleos Mexicanos (Pemex) reaches its first 82 years empowered, as incredible as it may seem. The company is currently undergoing a profound transformation that will allow it to experience a new stage of prosperity if

it maintains a fixed course. Every change is a reason for adjustment, but if this change is made with a long term vision, especially regarding the energy sector, placing the good of the nation ahead, surely the results will be favorable.

In this anniversary period for Pemex, the most valuable company in our country and its managers are aware of the challenges faced by all businesses in the energy sector worldwide. Moreover, the times we live in today pose challenges rarely seen in other times.

However, the total reduction of corruption in the company, its reorientation to be the spearhead of the country's energy sovereignty, its gradual but constant recovery in productive matters; as well as the decrease in debt that it already shows in its finances, open the way for better times for the company.

Eighty-two years ago, the company was born to provide the country with energy certainty and sovereignty over its assets in the sector; today, this objective is becoming increasingly more robust. The next few years will show the results of the policy and strategy designed by and for Pemex.

In this celebration, it is worth remembering what Pemex has been in all these years, from its birth until now. The company explains, to a great extent, the country's development and its financial health is an essential requirement, but also its productive independence and the certainty that oil is for the benefit of Mexicans. There is so much confidence in what is coming for Pemex that the goal of producing 2.6 million barrels of oil per day by the end of the six-year period remains strong.

As oil engineers, we feel proud of our contributions to the construction of the country. We are certain that Pemex will always be the most valuable company in Mexico and the one that drives the development of our country. The oil industry is pleased and in solidarity with Pemex. Many of our members are part of this great Mexican company; therefore, we know of their commitment and passion for the profession, a fundamental tool to take Pemex to its rightful place within the world energy sector.

### M.C. Luis Ferrán Arroyo

Presidente del Colegio de Ingenieros Petroleros de México A.C.

*President of the College of Petroleum Engineers of Mexico A.C.*

2018-2020



Colegio de Ingenieros Petroleros de México A.C. /  
College of Petroleum Engineers of Mexico

Consejo Directivo Nacional / National Board  
2018-2020

M.C. Luis H. Ferrán Arroyo  
Presidente / President

Ing. Miguel Ángel Lozada Aguilar  
Vicepresidente / Vice-president

Ing. Francisco Javier Flamenzo López  
Ter. Secretario Propietario / 1st Owner Secretary

Ing. Enrique Díaz Rojas  
2do Secretario Propietario / 2nd Owner Secretary

Ing. Ángel Cid Munguía  
Ter. Secretario Suplente / 1st Substitute Secretary

Dr. Fernando Flores Ávila  
2do Secretario Suplente / 2nd Substitute Secretary

M.I. Saúl Bautista Frago  
Tesorero / Treasurer

Ing. Roberto Banda Morato  
Subtesorero / Treasurer Assistant

#### Comisiones / Commissions

M.A. José Carlos Pacheco Ledesma  
Eventos / Events

M.I. Jorge Alberto Osorno Manzo  
Certificación Profesional / Professional Certification

Dr. Jorge Arévalo Villagrán  
Peritos y Testigo Social / Experts and Social Witness

M.I. Teófilo Gutiérrez Acosta  
Formación y Desarrollo Profesional / Training and Professional Development

Ing. David E. Blacio Cedillo  
Actualización y Revisión de Documentos Rectores /  
Guideline Documents Update and Review

M.I. Francisco Castellanos Páez  
Editorial

Ing. Rafael Rodríguez Amador  
Integración de Miembros / Membership

M.I. Jorge Alberto Osorno Manzo  
Proyectos / Projects

M.I. Carlos Alberto Avendaño Salazar  
Apoyo Técnico e Informático / Information Technologies Technical Support

#### Realización:

#### Energy & Commerce

Rubí Alvarado  
Directora General / General Manager

Aldo Santillán  
Director Editorial y Operaciones / Editorial and Operations Manager

Alejandra Priego  
Asistente Dirección General

Ignacio Ortiz  
Director de Arte / Art Director

Elena Fernández  
Coordinador Editorial / Editorial Coordinator

Gonzalo Rivas  
Diseñador Senior / Senior Designer

Ángel Sánchez Pichardo  
Desarrollador Web / Web master

Antonio Sandoval  
Análisis y redacción / Editing and analysis

Efraín Mariano  
Análisis y redacción / Editing and analysis

Manelck Saldivar  
Corrección de estilo y redacción / Style Editing

Martha Ochoa  
Traducción / Translation



#### Página 3

82 Aniversario de la Expropiación Petrolera, suceso que abrió las puertas a Pemex

82nd Anniversary of the Oil Expropriation, event that opened the doors to Pemex

#### Página 9

Entrevista especial con el Ingeniero Ricardo Prian Caletti, uno de los fundadores del Colegio de Ingenieros Petroleros de México

Special interview with Engineer Ricardo Prian Caletti, one of the founders of the College of Petroleum Engineers of Mexico

#### Página 12

Aplicación de metodologías no convencionales para la caracterización petrofísica de yacimientos de Terciario

Application of Unconventional Methodologies for the Petrophysical Characterization of Tertiary Reservoirs

#### Página 16

Pruebas de presión–producción en YNF: lecciones aprendidas en yacimientos produciendo mediante BNC y BEC

Pressure-Production Testing in NFR: Lessons Learned in Reservoirs Producing Via CPP and SEP

#### Página 20

Riesgos que afectan la productividad en Obras de Infraestructura marina en Pemex Exploración y Producción

Risks Affecting Productivity in Marine Infrastructure Projects in Pemex Exploration and Production

#### Página 23

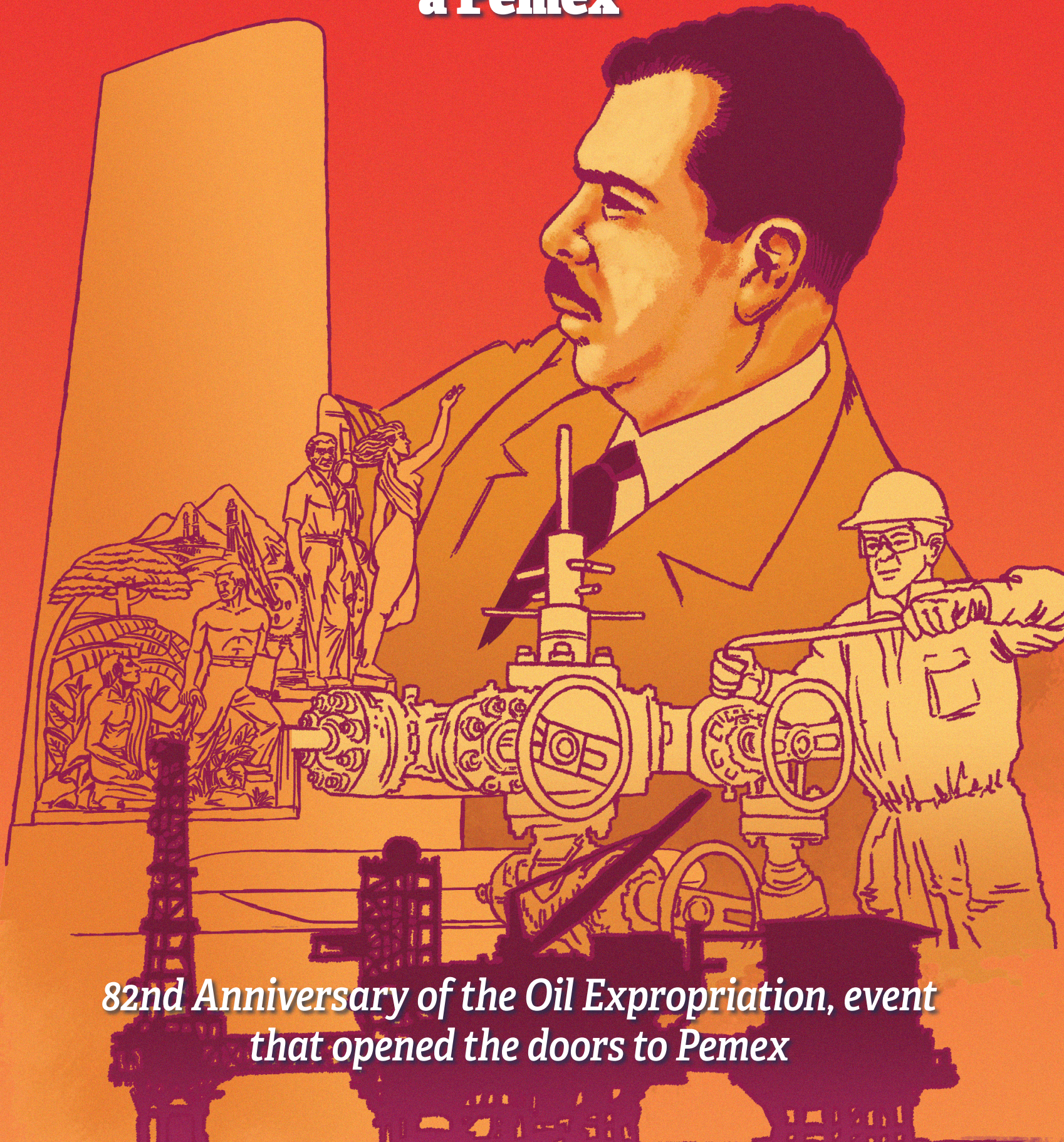
Comparación de modelos para el cálculo del gasto crítico en pozos de gas

Model Comparison for Critical Flow Calculations in Gas Wells



• Acontecimientos que han marcado a la industria petrolera de nuestro país.  
/ Events that have shaped our country's oil industry.

# 82 Aniversario de la Expropiación Petrolera, suceso que abrió las puertas a Pemex



*82nd Anniversary of the Oil Expropriation, event  
that opened the doors to Pemex*



*Petróleos Mexicanos (Pemex) cumple 82 años de ser parte de la historia de México. En un entorno de altibajos, como es la propia industria petrolera, esta empresa se ha consolidado como la más importante de México. Es, y ha sido por muchos años, fuente de ingresos constantes; ahora, está en proceso de recuperación de la soberanía energética en nuestro país.*

**S**u director general, Octavio Romero Oropeza, ha declarado que el objetivo inequívoco de Pemex es contribuir al rescate de la soberanía energética mexicana. Para lograrlo, de acuerdo con él, la Empresa Productiva del Estado enfocará sus capacidades en procurar estabilidad financiera y en explotar campos accesibles.

Dicha estrategia incluye la construcción de la refinería de Dos Bocas, en Tabasco, y la reconfiguración de seis refinerías existentes; además del aumento de la producción de crudo en campos terrestres y aguas someras, junto con la reducción de la deuda de Petróleos Mexicanos. En medio de un contexto global de retos económicos, vale la pena un breve recordatorio de cómo nació Pemex, patrimonio de todos los mexicanos.

### El manifiesto que abrió las puertas a Pemex

Como sabemos, el presidente Lázaro Cárdenas del Río decretó la Expropiación Petrolera el 18 de marzo de 1938. Dicho acto consistía en la apropiación legal del petróleo que explotaban 17 compañías extranjeras. Con la nacionalización, el hidrocarburo no sólo cobró poder político y económico, también se convirtió en un sinónimo de identidad y orgullo nacional.

Como consecuencia nació Pemex y, desde entonces, ha tenido un peso preponderante en la vida económica, financiera, social y política de México. La historia de nuestra nación en el siglo XX no puede ser contada sin la participación protagónica de la paraestatal. Pero, para entender un poco más el papel que ha jugado la petrolera en la vida del país, es necesario enumerar una serie de acontecimientos que han marcado a la industria petrolera en las últimas ocho décadas.

### El nacimiento de la actividad petrolera

En 1906, la actividad petrolera del país se llevaba a cabo en torno al Golfo de México en Tamaulipas, Veracruz y San Luis Potosí. Era

realizada por empresas estadounidenses, holandesas y británicas; mismas que consiguieron concesiones otorgadas durante el gobierno de Porfirio Díaz.

Cuando el Porfiriato terminó, el presidente Francisco I. Madero y Victoriano Huerta se encargaron de regular la actividad petrolera, siempre permitiendo la participación de empresas extranjeras. Pero con la llegada de Venustiano Carranza al poder, se creó la Comisión Técnica del Petróleo, la cual en 1916 realizó un informe recomendando que los recursos del subsuelo fueran catalogados como dominio de la nación.

Esta recomendación impactó en la Constitución de 1917, que, en su artículo 27, restituía los derechos nacionales sobre el petróleo y aplicaba impuestos retroactivos a las empresas extranjeras. Esta regulación implicó años de conflictos legales y diplomáticos para México, especialmente por la presión de las compañías estadounidenses.

### Cantarell, la joya de la corona

Posteriormente, tuvo lugar un acontecimiento que marcaría el inicio de la explotación de uno de los yacimientos más grandes del mundo. En 1971, el pescador de Campeche, Rudesindo Cantarell, informó a la Empresa Productiva del Estado el hallazgo de una mancha de aceite que brotaba del fondo del mar en la Sonda de Campeche.

Seis años después, las reservas del yacimiento, bautizado con el nombre de su descubridor, se incrementaron a 16 mil millones de barriles; tras haber transcurrido tan sólo un año, alcanzaron los 40 mil 194 millones de barriles. En 1979, se confirmó el descubrimiento del yacimiento Ku-Maalob-Zaap, el segundo más importante del país, después de Cantarell.

### 1.8 mbd, la meta de corto plazo

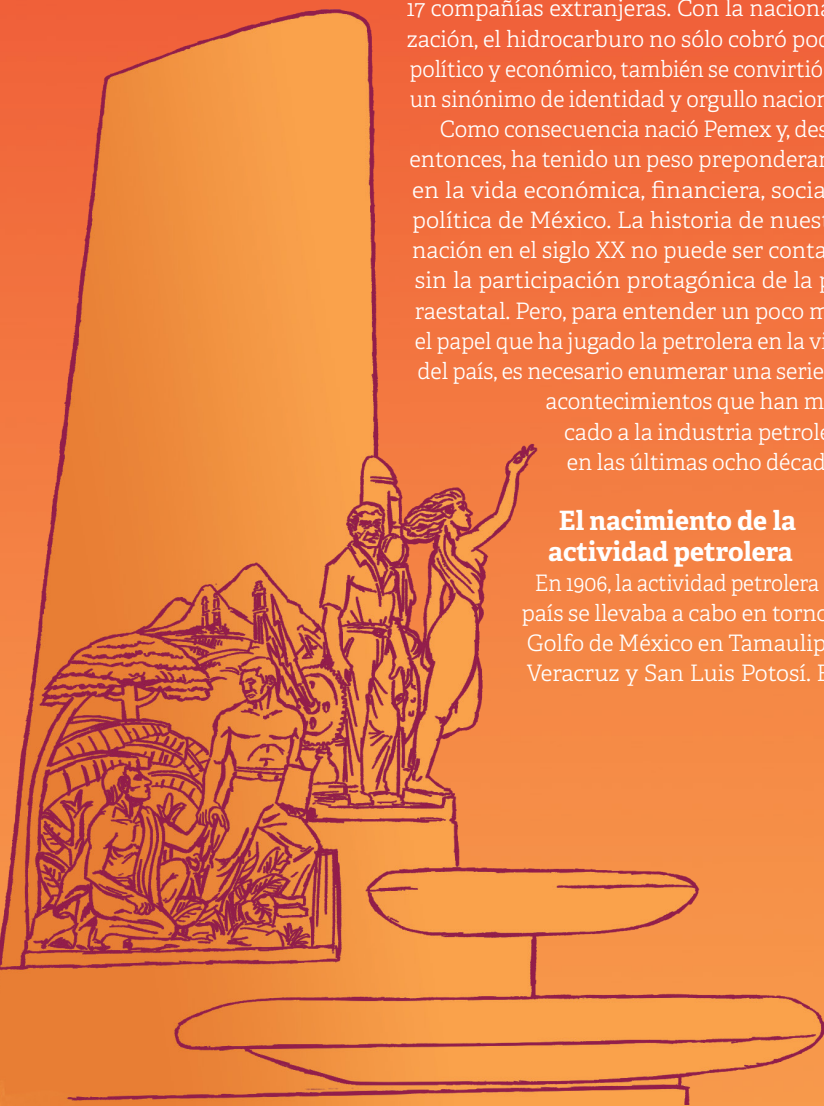
Recientemente, la producción petrolera mexicana ha descendido al mínimo nivel que ha alcanzado en 40 años. En octubre de 2019, sumó sólo un millón 661 mil barriles diarios, su menor nivel desde 1979; mientras que, al cierre de 2019, promedió un millón 679 mil barriles diarios. Esto significó una caída de 7.24% con relación al promedio de millón 810 mil barriles de 2018.

Finalmente, en enero de 2020 la producción se estabilizó sobre el nivel de un millón 700 mil barriles. La meta es alcanzar un millón 800 mil barriles a finales de marzo, lo cual permitiría llegar a la meta de un millón 900 mil barriles al cierre de este año.

### Desendeudamiento

Octavio Romero Oropeza reportó que la deuda de Petróleos Mexicanos bajó en 2019 a un billón 954 mil millones de pesos. Al iniciar el sexenio de Andrés Manuel López Obrador se encontraba en 2 billones 82 mil millones de pesos. "Ha habido un desendeudamiento real de Pemex. Esto ha sido muy positivo para la empresa porque en el extranjero se han percatado de estos resultados y ha generado confianza", dijo.

Asimismo, el directivo de la petrolera habló de la operación de refinanciamiento llevada a cabo el 21 de enero en la que fueron colocados bonos por 5 millones de dólares; resaltó que los mercados catalogaron la acción como exitosa.





Its general director, Octavio Romero Oropeza, has stated that the clear objective of Pemex is to contribute to the rescue of Mexican energy sovereignty. To achieve this, according to him, the State Productive Company will focus its capabilities on providing financial stability and exploiting accessible fields.

This strategy includes the construction of the Dos Bocas refinery in Tabasco and the reconfiguration of six existing refineries, in addition to increasing crude oil production inland and shallow water fields, along with reducing Petróleos Mexicanos' debt. Amid a global context of economic challenges, it is worth a brief reminder of how Pemex, a heritage of all Mexicans, was born.

### **The Manifesto that Paved the Way for Pemex**

As we know, President Lázaro Cárdenas del Río decreed the Oil Expropriation on March 18, 1938. This act consisted of the legal appropriation of the oil exploited by 17 foreign companies. With the nationalization, the hydrocarbon not only gained political and economic power but also became a synonym of national identity and pride.

As a consequence, Pemex was born and, since then, has had an overpowering weight in the economic, financial, social, and political life of Mexico. The history of our nation in the 20th century cannot be told without the leading participation of the parastatal. But, to understand a little more the role that the oil company has played in the life of the country, it is necessary to list a series of events that have shaped the oil industry in the last eight decades.

### **The Birth of Oil Activity**

In 1906, the country's oil activity was carried out around the Gulf of Mexico in Tamaulipas, Veracruz, and San Luis Potosí. It was conducted by American, Dutch, and British companies, the same ones that obtained concessions granted during the government of Porfirio Díaz.

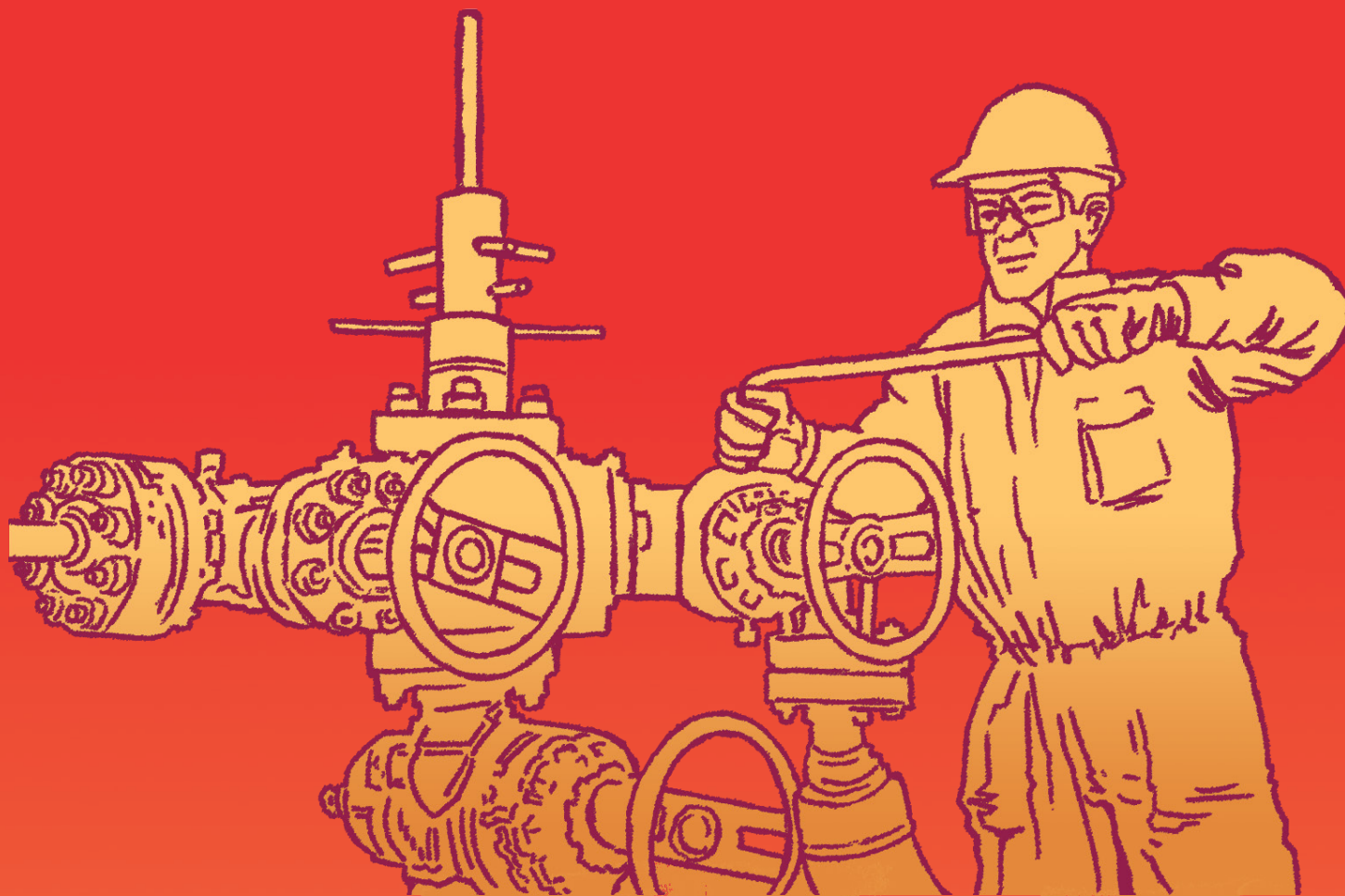
When the Porfiriato ended, President Francisco I. Madero and Victoriano Huerta were in charge of regulating the oil activity, always allowing the participation of foreign companies. But with the arrival of Venustiano Carranza to power, the Technical Petroleum Commission was created, which in 1916 issued a report suggesting for the resources of the subsoil to be classified as the nation's domain.

This advice had an impact on the 1917 Constitution, which, in its

*Petróleos Mexicanos (Pemex) celebrates its 82nd anniversary as part of Mexico's history. In an environment of ups and downs, such as the oil industry itself, this company has established itself as the most important business in Mexico. It is, and has been for many years, a source of constant income; now, it is on the path to recovering energy sovereignty in our country.*







### Conmemoración de la Expropiación Petrolera

El pasado miércoles 18 de marzo, representantes gubernamentales, empresarios, directivos, periodistas y expectadores se reunieron en la celebración al 82 aniversario de la Expropiación Petrolera. Durante el evento, Octavio Romero Oropeza, director general de Petróleos Mexicanos, reconoció que, aunque la compañía tiene contratada coberturas petroleras, estas no son suficientes para enfrentar el actual entorno.

"Estas coberturas no resuelven el problema financiero que ocasionará la baja en los precios del petróleo. Por ello, de manera responsable, Pemex reforzará sus medidas de austeridad y ajustará hasta en 625 millones de pesos por trimestre su gasto administrativo y tiene una meta de ahorro de cinco mil millones de pesos en las contrataciones de este año", expuso.

Romero Oropeza aclaró que las coberturas petroleras contratadas por Pemex son diferentes a las adquiridas por el Gobierno Federal. Insistió que, ante la reciente volatilidad de los mercados financieros y los elevados niveles de incertidumbre económica, Petróleos Mexicanos ha iniciado la ejecución de su protocolo para mitificar los riesgos sobre sus finanzas. "Pemex está listo para enfrentar el estrés de los mercados financieros internacionales", validó el director de la Empresa Productiva del Estado.

Adelantó que el actual entorno complejo en el sector petrolero internacional marca la pauta para que Pemex se enfoque en inversiones de alta rentabilidad. "Estamos conscientes de la complejidad y de los retos del escenario actual de los mercados petroleros y vamos a actuar de manera responsable y oportuna. Por ello, estaremos dando seguimiento a la evolución de los precios del petróleo; para evaluar y priorizar aquellas inversiones que sean de alta rentabilidad para la empresa", aseguró.

Romero Oropeza mencionó que durante este año se buscará el desarrollo acelerado de 15 campos adicionales descubiertos en 2019, algunos de los cuales iniciarán en 2020. Sin embargo, al presentar su Plan de Negocios, la petrolera había señalado que serían 20 los campos prioritarios; es decir, que buscarán priorizar menos campos de los que se preveían.

Igualmente, puntualizó que se está devolviendo a Pemex una mínima parte de lo mucho que ha brindado durante décadas; aún en

article 27, restored national rights to oil and applied retroactive taxes to foreign companies. This regulation implied years of legal and diplomatic conflicts for Mexico, mainly due to pressure from US companies.

### Cantarell, the Crown Jewel

Later on, an event took place that would mark the beginning of the exploitation of one of the largest reservoirs in the world. In 1971, the fisherman from Campeche, Rudesindo Cantarell, informed the State Productive Company of the discovery of an oil stain that was flowing from the bottom of the sea in the Campeche Sound.

Six years later, the field's reserves, named after its discoverer, increased to 16 billion barrels; after just one year, they reached 40.194 billion barrels. In 1979, the discovery of the Ku-Maalob-Zaap field, the second most important in the country after Cantarell, was confirmed.

### 1.8 mbd, the Short Term Goal

Recently, Mexican oil production has fallen to the lowest level it has reached in 40 years. In October 2019, it totaled only 1'661,000 barrels per day, its lowest level since 1979, while at the end of 2019, averaged 1'679,000 barrels per day. This meant a drop of 7.24% compared to the average of 1,810,000 barrels in 2018.

Finally, in January 2020, production stabilized above the level of 1,700,000 barrels. The goal is to reach 1.8 million barrels by the end of March, which would allow reaching the goal of 1.9 million barrels by the end of this year.

### Debt Reduction

Octavio Romero Oropeza reported that the debt of Petróleos Mexicanos fell in 2019 to one trillion 954 billion pesos. At the beginning of Andrés Manuel López Obrador's six-year term, it was at 2 trillion, 82 billion pesos. "There has been a real decrease in Pemex's debt. This has been very positive for the company because foreign countries have noticed these results, and it has built confidence," he said.

Also, the director of the oil company spoke of the refinancing operation carried out on January 21, in which bonds were placed for 5 million dollars; he stressed that the markets classified this action as successful.



condiciones difíciles. "Estamos llevando a cabo el rescate de nuestra empresa del Estado, antes sometida a un abandono deliberado", señaló. Además, mencionó que, con los trabajos de exploración llevados a cabo durante el 2019, se lograron incorporar 1900 millones de barriles de petróleo crudo equivalente.

Asimismo, el director de Pemex agradeció el trabajo, coordinación y compromiso de la secretaria, Rocío Nahle. En este sentido, mencionó que el año pasado comenzó el programa de rehabilitación en todas las refinerías. "Al concluir este programa, el país incrementará su capacidad de proceso en casi medio millón de barriles diarios, que permitirá al Sistema Nacional de Refinación procesar un millón 130 mil barriles diarios", estimó. Además, Romero Oropeza agregó que, con la refinería de Dos Bocas, sumarán 340 mil barriles diarios de proceso al Sistema Nacional de Refinación. Esto con la finalidad de alcanzar un millón 470 mil barriles diarios en 2023.

Finalmente, resaltó que se ha logrado reducir un 91% el robo de combustibles, con lo cual se ha evitado una pérdida de más de 50 mil millones de pesos. Igualmente, "se logró que no aumentara el precio al que Pemex vende gasolina y diésel, a mayoristas y distribuidores, por encima del Índice Nacional de precios al Consumidor; con lo que se cumple el compromiso hecho por el presidente de la República", concluyó.

## Oil Expropriation Memorial

Last Wednesday, March 18, government representatives, businessmen, managers, journalists, and spectators met in the celebration of the 82nd anniversary of the Mexican Oil Expropriation. During the event, Octavio Romero Oropeza, general director of Petróleos Mexicanos, recognized that, although the company has contracted oil coverage, this is not enough to face the current scenario.

"These coverages do not solve the financial problem that will be caused by the fall in oil prices. Therefore, responsibly, Pemex will strengthen its austerity measures and will adjust its administrative costs up to 625 million pesos per quarter, and has a goal of saving five billion pesos in this year's hirings," he said.

Romero Oropeza said that oil coverage contracted by Pemex is different from that acquired by the Federal Government. He insisted that, given the recent volatility of financial markets and high levels of economic uncertainty, Petróleos Mexicanos began implementing its protocol to mitigate risks on its finances. "Pemex is ready to face the stress of international financial markets," validated the director of the State Productive Enterprise.

He said that the current complex environment in the international oil sector sets the tone for Pemex to focus on high return investments. "We are aware of the complexity and challenges of the current scenario in the oil markets, and we will act in a responsible and timely manner. Therefore, we will be following the evolution of oil prices; to evaluate and prioritize those investments that are of high profitability for the company," he said.

Romero Oropeza mentioned that during this year, they would seek the rapid development of 15 additional fields discovered in 2019, some of which will begin in 2020. However, when presenting its Business Plan, the oil company had indicated that there would be 20 priority fields; in other words, they will seek to prioritize fewer areas than had been anticipated.

He also pointed out that they are giving back to Pemex a small part of the much it has given over decades, even under challenging conditions. "We are carrying out the rescue of our State-owned company, which had previously been abandoned," he said. He also mentioned that, with the exploration work carried out during 2019, 1.9 billion barrels of crude oil equivalent were incorporated.

Pemex's director also thanked the energy secretary, Rocío Nahle, for her work, coordination, and commitment. In this sense, he mentioned that the rehabilitation program began last year in all the refineries. "By the end of this program, the country will increase its processing capacity by almost half a million barrels per day, which will allow the National Refining System to process 1,130,000 barrels per day," he estimated. Also, Romero Oropeza added that, with the Dos Bocas refinery, they would add 340,000 barrels per day of processing to the National Refining System. This is to reach 1.47 million barrels per day in 2023.

Finally, he stressed that they have managed to reduce fuel theft by 91%, thus avoiding a loss of more than 50 billion pesos. Likewise, "we managed not to increase the price at which Pemex sells gasoline and diesel, to wholesalers and distributors, above the National Index of Consumer Prices, which fulfills the commitment made by Mexico's President," he concluded.







► *Perspectiva de uno de los fundadores del CIPM y de la AIPM*  
*The perspective of one of the founders of CIPM and AIPM*

# Las raíces del sector petrolero nacional

## The Roots of the National Oil Sector

*En una interesante plática, el ingeniero Ricardo Prian Caletti, de 96 años de edad, compartió con nosotros su experiencia como uno de los fundadores del Colegio de Ingenieros Petroleros de México (CIPM); así como de la Asociación de Ingenieros Petroleros de México (AIPM). Durante la conversación surgieron múltiples anécdotas sobre su carrera en la industria petrolera nacional, misma que inició poco después de la Expropiación Petrolera.*





*During an interesting talk, Engineer Ricardo Prian Caletti, who is 96 years old, shared with us his experience as one of the founders of the College of Petroleum Engineers of Mexico (CIPM, by its acronym in Spanish); as well as of the Mexican Association Petroleum Engineers (AIPM, by its acronym in Spanish). In the course of the conversation, multiple anecdotes emerged about his career in the national oil industry, which began shortly after the Oil Expropriation.*



Por / By: Renata Pérez de la O

**M**ás de 60 años de experiencia lo respaldan como uno de los ingenieros petroleros más reconocidos del país. Vio nacer al sector en México y evolucionar hasta convertirse en lo que conocemos hoy en día. Además de estar presente en los inicios del CIPM y AIPM, Ricardo Prian trabajó en Petróleos Mexicanos durante 31 años, donde se especializó en la aplicación e interpretación de registros eléctricos. También colaboró en la Comisión Federal de Electricidad (CFE) para el desarrollo del campo geotérmico de Cerro Prieto en Baja California, entre otros proyectos.

El ingeniero comentó en la entrevista que, años atrás, su Gerente de Explotación lo llamó a formar parte del grupo de fundadores del CIPM; mismo que se inauguró el 9 de marzo de 1973. Sobre su participación en el establecimiento de la AIPM (el 24 de abril de 1958), resaltó que trabajó junto con otros 14 ingenieros para lograrlo. "Durante la creación de la Asociación, hubo jefes nuestros que pensaban que queríamos hacer un sindicato de ingenieros y eso nos ocasionó problemas" dijo. A pesar de eso, siguieron adelante con el proyecto, con una motivación principal: buscar el mejoramiento técnico y la colaboración entre distintos planteles del sector petrolero mexicano.

"La AIPM fue nuestra defensa para no sentirnos piezas de ajedrez y hacer más homogénea la manera de trabajar en distintas partes; al fin y al cabo, todos queríamos lo mismo" comentó al respecto. Ricardo Prian considera que la principal aportación que la Asociación le ha dejado a la industria es informar y motivar a los ingenieros a superarse, escuchando las experiencias y logros de otros expertos en las distintas áreas de profesionalización.

Para fomentar la unificación, cada sector de la AIPM impartía una plática mensual; adicionalmente, se realizaba

**M**ore than 60 years of experience make him one of the most recognized oil engineers in the country. He witnessed the birth and evolution of the Mexican sector into what it is today. Besides being present at the beginning of the CIPM and AIPM, Ricardo Prian worked at Petróleos Mexicanos for 31 years, where he specialized in the application and interpretation of electrical records. He also collaborated in the Federal Electricity Commission (CFE, by its acronym in Spanish) for the development of the Cerro Prieto geothermal field in Baja California, among other projects.

The engineer shared in the interview that, years ago, his Exploitation Manager called him to be part of the group of founders of the CIPM, which was inaugurated on March 9, 1973. About his participation in the establishment of the AIPM (on April 24, 1958), he pointed out that he worked alongside 14 other engineers to achieve it. "During the creation of the Association, some of our bosses thought that we wanted to make an engineers' union, and that brought us a great deal of trouble," he said. Despite that, they continued with the project, with one primary motivation: to seek technical improvement and collaboration between different sites in the Mexican oil sector.

"The AIPM was our safeguard against feeling like chess pieces and making the way we worked more homogeneous; after all, we all wanted the same thing," he said. Ricardo Prian considers that the main contribution that the Association has left to the industry is to inform and motivate engineers to excel, listening to the experiences and achievements of other experts in the different areas of professionalization.

To encourage unification, each sector of the AIPM gave a monthly talk; additionally, an annual assembly was held to exchange information and knowledge. He said that these meetings started growing in the number of attendees and exhibitors, so they became conferences in which many people looked forward to participating. Similar to what happens today with the Mexican Oil Conference (CMP, by its acronym in Spanish),

**62**

años de antigüedad cumplirá en abril la AIPM.

62 years ago, in April, the AIPM was created.



una asamblea anual para intercambiar información y conocimientos. Contó que estas reuniones fueron creciendo cada vez más en el número de asistentes y de expositores; hasta convertirse en conferencias en las que muchas personas buscaban participar. Similar a lo que ocurre hoy en día con el Congreso Mexicano del Petróleo (CMP); un evento de gran valor donde se reúnen múltiples empresas y expertos, nacionales e internacionales, para discutir las innovaciones y avances que definen el sector petrolero global.

Junto con sus compañeros, Prian Caletti organizó las primeras convenciones y presentó trabajos sobre diversos temas, entre ellos su especialización: la interpretación y aplicación de los resultados obtenidos de registros eléctricos. "Se trataba de una actividad muy poco común, la obtención de registros se hacía con una maquinaria especial y yo me dedicaba a realizar la interpretación y aplicación", detalló.

Al realizar dicha labor, se enfocó en el uso de los registros eléctricos para medir la radioactividad, resistividad y capacidad de sonido de la roca; lo que permitía saber en qué sitios había mayor riqueza de hidrocarburos. Comentó que se trataba de una tarea de alto riesgo, pues era necesario estar presente en el campo de trabajo, donde, muchas veces, el terreno era irregular. Cuando se encontraba en superficies a desnivel, debía mantenerse alerta para no quedar en medio de elementos como el gas natural; el cual era difícil de percibir a simple vista.

Asimismo, habló sobre los medios de trabajo y las herramientas utilizadas por los expertos petroleros años atrás. "Nosotros trabajábamos con lo más nuevo del mundo para la industria petrolera. Siempre hubo mucha comunicación entre los científicos de la explotación de petróleo", declaró. Agregó que los científicos e ingenieros del sector se mantenían actualizados gracias a las publicaciones y convenciones internacionales; las cuales servían para conocer, probar y adoptar innovaciones en cuanto a herramientas y sistemas.

El Ingeniero Ricardo Prian también formó parte del grupo Ingenieros Pemex Constitución del 17; el cual estaba a favor de que, en aquella época, las compañías nacionales fueran las responsables de distribuir gas en el país, en lugar de las extranjeras. Para difundir el punto de vista que sostenían, tuvieron intervenciones en la Cámara de Diputados, de Senadores y se presentaron en algunos medios de comunicación. "En esos tiempos, los trabajos de ingeniería se hacían todos aquí y yo protesté en contra de que lo hicieran compañías extranjeras. Nosotros teníamos el mejor equipo y a los mejores trabajadores; éramos perfectamente capaces de llevar a cabo esa labor".



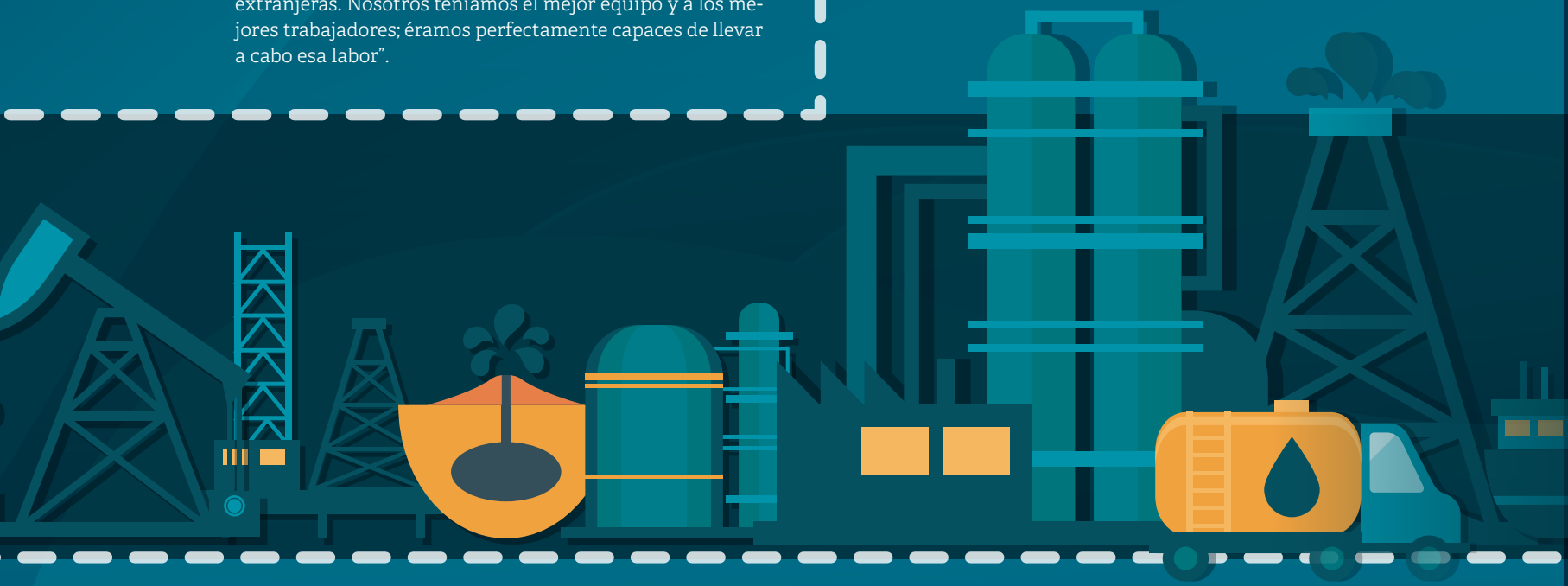
a valuable event where multiple companies and experts, national and international, meet to discuss the innovations and advances that define the global oil sector.

Together with his colleagues, Prian Caletti organized the first conventions and presented projects on various topics, including his specialization: the interpretation and application of the results obtained from electrical records. "This was a very unusual activity, records were obtained with special machinery, and I used to work on their interpretation and application," he explained.

When carrying out this work, he focused on the use of the electrical records to measure the rock's radioactivity, resistivity, and sound capacity, which helped to spot sites with greater hydrocarbon richness. He noted that this was a high-risk task, as it was necessary to be in the field, where the terrain was often uneven. When he was on rough surfaces, he had to be alert so as not to be in the middle of elements such as natural gas, which was difficult to perceive with the naked eye.

He also spoke about the means of work and the tools used by oil experts years ago. "We were working with the newest technology in the global oil industry. There was always a lot of communication between oil scientists" he said. He added that scientists and engineers in the industry kept up to date with the help of international publications and conventions, which were useful to learn, test, and adopt innovations in tools and systems.

Engineer Ricardo Prian was also part of the group Ingenieros Pemex Constitución del 17, which was, around that time, in favor of national companies distributing gas in the country, instead of foreign ones. To spread their point of view, they intervened in the Chamber of Deputies, the Senate and presented themselves in some media. "At that time, engineering work was all done here, and I protested against foreign companies doing it. We had the best equipment and the best staff; we were perfectly capable of doing that work".







“ La AIPM tuvo éxito cuando se dieron cuenta que lo que queríamos era mejorar el rendimiento de nuestro trabajo para ayudar al país a salir adelante”

“The AIPM was a success when they realized that what we wanted was to improve our performance to help the country move forward.”

Ricardo Prian Caletti



• Las diferentes ingenierías permiten comprender mejor el comportamiento del campo en explotación.  
 / Various engineering studies allow a better understanding of the performance of the field in operation.

# Aplicación de metodologías no convencionales para la caracterización petrofísica de yacimientos de Terciario

*En la búsqueda de comprender el comportamiento del campo en explotación, es necesaria la aplicación de diferentes ingenierías y disciplinas. Dentro de ellas se encuentra como disciplina estratégica la petrofísica, la cual se encarga de definir las zonas de posible aporte en función de los registros geofísicos tomados en los pozos.*

**Autor / Author:** Enrique Morán Montiel y Guillermo Gutierrez Murillo (PEMEX); Marco Antonio Orduña Reyes (Consultor)

Para definir las propiedades petrofísicas se realiza una evaluación de registros geofísicos, integrando datos de núcleo. Para ello, se analizaron veintitrés pozos del campo PC; a partir de ellos se realizó el proceso de edición y validación de la información, así como la generación de registros sintéticos en diez pozos. Se efectuó la evaluación petrofísica convencional, determinando modelos de saturación en función de la resistividad y utilizando el modelo mineralógico de arena y arcilla.

El campo ejemplo inició su explotación en rocas de terciario en el año 1985, con el pozo PC 1, y en 1993 con el pozo PC 101A; ambos fluyentes. Sin embargo, su objetivo principal fue la formación Jurásico Superior Kimmeridgiano y Cretácico Superior; por tal motivo, existe deficiencia de información en Terciario. Asimismo, se analizaron 23 pozos para realizar el modelo petrofísico; fue necesario realizar edición, normalización y generación de curvas sintéticas para lograr el objetivo. También se analizó la información del núcleo del pozo PC 101A, del cual se generaron modelos petrofísicos de Vsh, Sw, k y Pore.

## 1. Edición y análisis de la información disponible

La información de los registros geofísicos normalmente se presenta por etapas. Es necesario realizar el pegado de cada una de ellas, así como las correcciones ambientales necesarias y estandarización de la información de las curvas a utilizar en el estudio. Por lo tanto, fueron normalizadas las curvas de rayos gama, porosidad neutrón, densidad y tiempo de tránsito.

### a. Normalización de curvas

Cuando se realiza la caracterización de un campo o yacimiento, se debe tomar en cuenta el tiempo de adquisición de cada pozo y las herramientas con que se tomó dicha información. Esto generará diferencias importantes entre cada uno, y el modelo petrofísico no sería representativo del campo. Para ello se debe tener pozos base que sirvan de calibre y llevar el resto a esa referencia.

## Application of Unconventional Methodologies for the Petrophysical Characterization of Tertiary Reservoirs

*To understand the performance of the field under exploitation, the application of different engineering and disciplines is necessary. Among them is the strategic discipline of petrophysics, which is responsible for defining the areas of possible contribution according to the geophysical records taken in the wells.*

An evaluation of geophysical records is carried out to define the petrophysical properties, integrating core data. To this end, twenty-three wells of the PC field were analyzed; from these, the information editing and validation process was conducted, as well as the generation of synthetic records in ten wells. The conventional petrophysical evaluation was carried out, determining saturation models according to resistivity and using the mineralogical model of sand and clay.

The example field started its exploitation in tertiary rocks in 1985, with well PC 1, and in 1993 with well PC 101A, both flowing. However, its main target was the Kimmeridgian and Upper Cretaceous Jurassic formation; therefore,



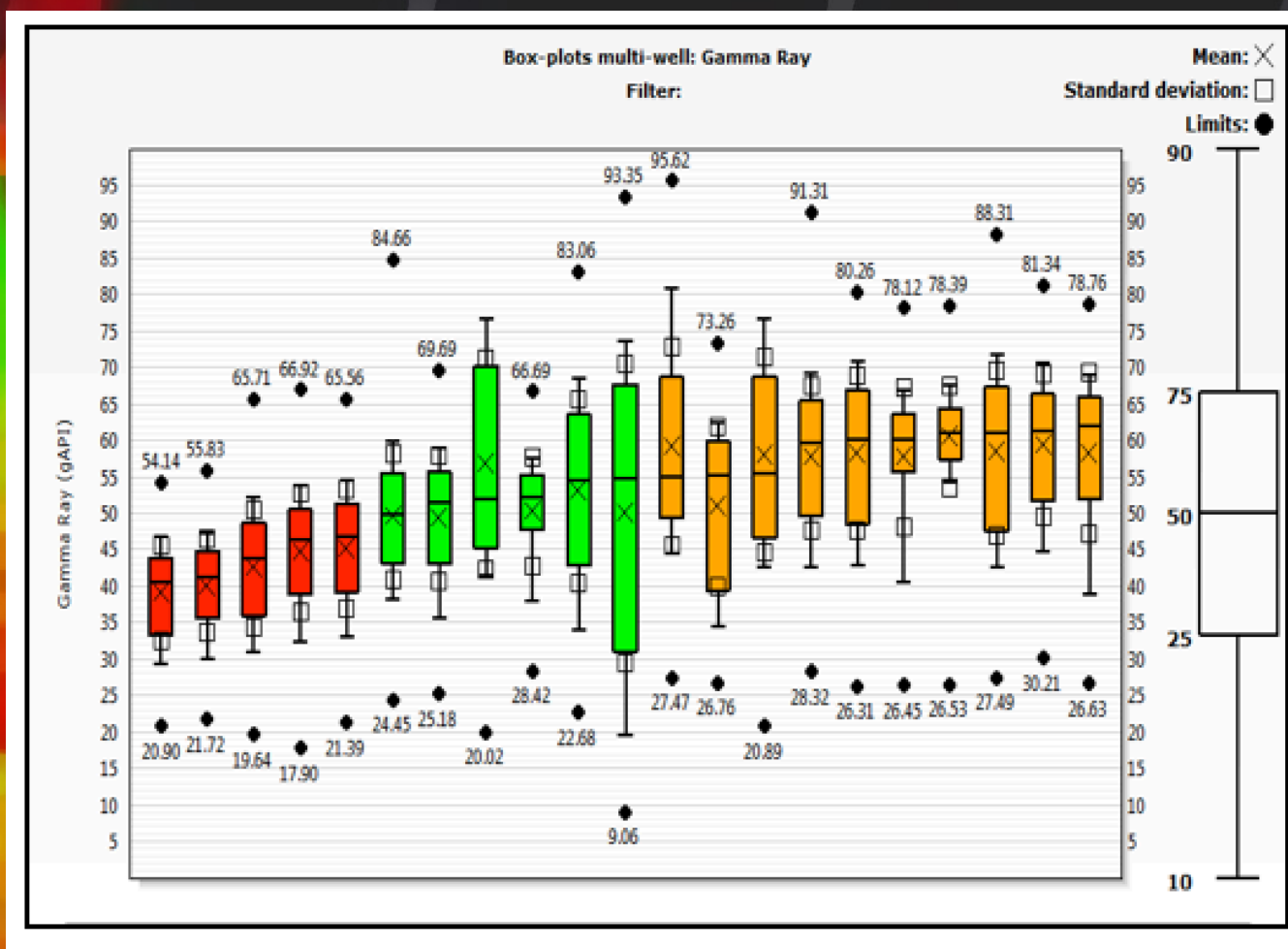


Figura 1. Gráfica multi-pozo de caja del GR. Figure 1. GR multi-well cash chart.

En la Figura 1 se muestran en colores los grupos que forman tendencia. En color rojo están los pozos que tienen valores bajos de GR; en color verde los que tienen valores medios y en amarillo los que tienen valores altos. Para seleccionar los pozos de calibración se tomaron como consideración aquellos que se han registrado recientemente, considerando que se tiene un lapso de 30 años entre el primer y último pozo. Se escogieron los pozos que se perforaron en los últimos 10 años, ya que las herramientas de registros utilizadas fueron de mayor resolución que los tomados en los años ochenta y noventa.

### Generación de registros sintéticos

El análisis de principales componentes es una herramienta estadística que permite identificar patrones en los datos, resaltando las similitudes y diferencias. Esto ayuda en la generación de curvas sintéticas, ya que se comprueba la coherencia entre el conjunto de datos de los pozos para definir a partir de qué variables se pueden generar los registros sintéticos.

### b. Mapas de isopropiedades

La producción de mapas de propiedades básicas (mapa de burbujas) se realizó con la técnica de kriging lineal para las curvas de nivel; consiste en un procedimiento geoestadístico para la generación de superficies. Para el estudio del campo, se mapearon las variables GR, RT, NPFI, RHOB y DT. De acuerdo al análisis cualitativo de estos mapas, se determinó que la mejor zona se encuentra al norte del campo. En la Figura 2 se muestra el mapa de resistividad de la arena 4, apreciando que la zona de mayor

there is a deficiency of information in Tertiary. Likewise, 23 wells were analyzed to make the petrophysical model; it was necessary to perform edition, normalization, and generation of synthetic curves to achieve the objective. The information on the core of well PC 101A was also analyzed, from which petrophysical models of Vsh, Sw, k, and Pore were generated.

### 1. Edition and Analysis of the Available Information

The information from the geophysical records is usually presented in stages. It is necessary to carry out the pasting of each one of them, as well as the required environmental corrections and standardization of the information of the curves to be used in the study. Therefore, the gamma-ray, neutron porosity, density, and transit time curves were standardized.

#### a. Curve Standardization

When the characterization of a field or reservoir is performed, the acquisition time of each well and the tools with which such information was taken must be considered. This will generate essential differences between each one, and the petrophysical model would not be representative of the field. For this, it is necessary to have base wells that serve as calipers and take the rest to that reference.

Figure 1 shows the trend groups in color. In red are the wells that have low values of GR; in green, those that have medium values and in yellow those that have high values. To select the calibration wells, those that have been recently registered were taken into consideration, assuming that there is a gap of 30 years between the first and last well. Wells drilled in the previous ten years were chosen, since the logging tools used were of higher resolution than those taken in the eighties and nineties.

### Synthetic Log Generation

Principal Component Analysis is a statistical tool that allows the



resistividad (resistividad alta = posible presencia de hidrocarburos) se encuentra al norte del campo.

## 2. Análisis del núcleo

El campo a nivel terciario cuenta con análisis de petrofísica básica del núcleo 1 y 2 del pozo PC 121C, se obtuvieron datos de permeabilidad, porosidad y saturación de agua, de los cuales se ajustaron a los obtenidos en la evaluación petrofísica. Se ajustó en profundidad el núcleo 1, desplazándose 11 cm hacia arriba, mientras que el núcleo 2 se desplazó 6.76 m hacia abajo.

## 3. Evaluación petrofísica de los pozos en estudio

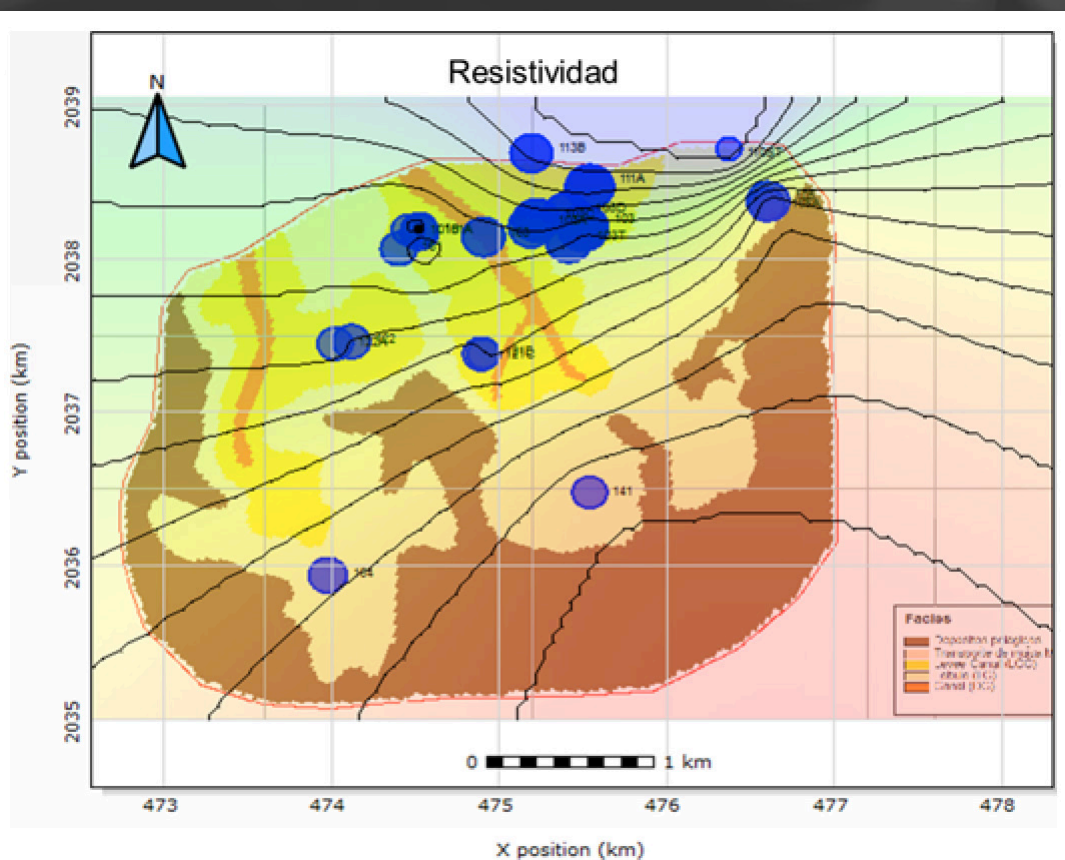
Se realizó la evaluación petrofísica con el modelo multi-mineral utilizando los siguientes registros básicos: RHOB, NPFI, GR, DT y RT; ajustando a los minerales cuarzo e illita. El modelo de saturación empleado es doble agua, con un dato de salinidad de agua de formación de 186,000 ppm.

### a. Modelo de saturación en función de la altura y la porosidad efectiva

Una de las principales incertidumbres en los modelos petrofísicos es extrapolar los parámetros petrofísicos (porosidad, permeabilidad y saturación de agua) a diferentes cuerpos arenosos. En un principio se buscó analizar la roca por su clasificación o sus facies, pero genera mayor incertidumbre ya que la diagénesis juega un papel muy importante en las características de cada roca.

**Figura 2.** Mapa de burbuja de resistividad profunda de la arena 24, el tamaño del círculo representa el promedio de resistividad de la arena, en la zona norte del campo se encuentran los valores promedio altos de resistividad.

**Figure 2.** Bubble map of deep resistivity of sand 24, the size of the circle represents the average resistivity of the sand, in the northern area of the field are the high average values of resistivity.



identification of patterns in the data, highlighting similarities and differences. This helps in the generation of synthetic curves since the coherence between the wells' data set is checked to define which variables the artificial logs can be generated from.

## b. Isoproperty Maps

The production of underlying property maps (bubble maps) was carried out using the linear kriging technique for contour lines; it involves a geostatistical procedure for surface generation. For the field study, the variables GR, RT, NPFI, RHOB, and DT were mapped. According to the qualitative analysis of these maps, it was determined that the best area is located north of the field. Figure 2 shows the resistivity map of Sand 4, indicating that the zone with the highest resistivity (high resistivity = possible presence of hydrocarbons) is located to the north of the field.

## 2. Core Analysis

The field at the tertiary level has fundamental petrophysical analysis of core 1 and 2 of well PC 121C, permeability, porosity, and water saturation data were obtained, from which were adjusted to those gathered in the petrophysical evaluation. Core 1 was aligned in depth, moving 11 cm up, while core 2 was moved 6.76 m down.

## 3. Petrophysical Evaluation of the Wells Under Study

The petrophysical evaluation was performed with the multi-mineral model using the following basic records: RHOB, NPFI, GR, DT, and RT, adjusting for the minerals quartz and illite. The saturation model used is double-water, with a formation water salinity data of 186,000 ppm.

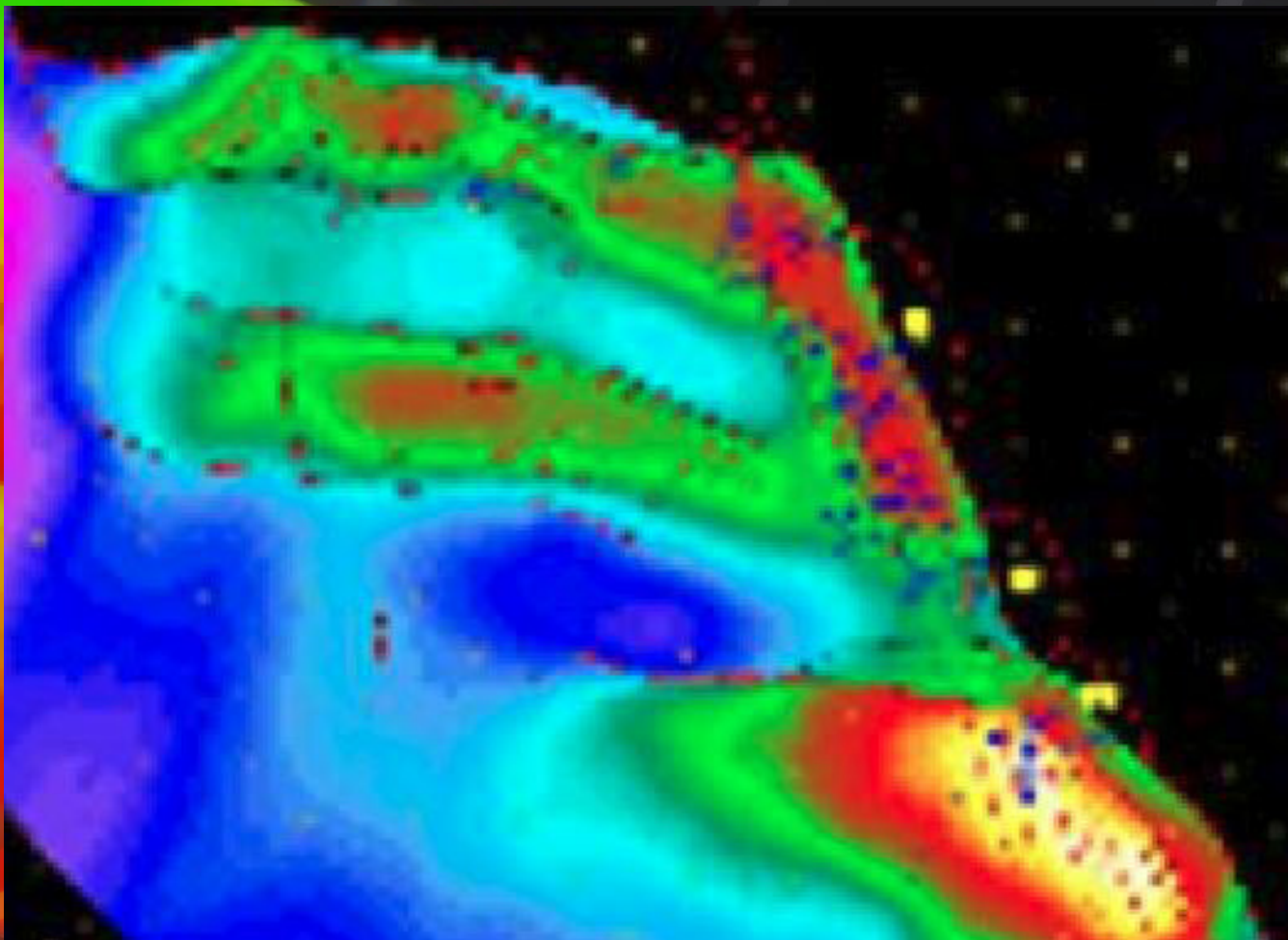
### a. Saturation Model as a Result of Height and Effective Porosity

One of the main uncertainties in petrophysical models is to extrapolate petrophysical parameters (porosity, permeability, and water saturation) to different sand bodies. At first, we tried to analyze the rock by its classification or its facies, but this leads to greater uncertainty since diagenesis plays a significant role in the characteristics of each rock.



Caracterización geológico-petrofísica de yacimientos.  
foto: gob.mx

*Geological-petrophysical characterization of deposits.  
photo: gob.mx*



### Conclusiones

- Se realizó la caracterización petrofísica del campo PC Terciario. Pretende ser un apoyo en la evaluación de reservas e identificación de nuevas oportunidades, obteniendo un modelo estático de mayor confiabilidad y que sirva de base para la simulación numérica del yacimiento.
- En las arenas 23 y 24 se tienen las mejores características petrofísicas y la mayor cantidad de oportunidades visualizadas. Así mismo, la caracterización petrofísica nos permite tener una primera visualización de las posibles áreas con mejores características, de acuerdo al tipo de roca, porosidad, permeabilidad y espesor neto impregnado de aceite.
- Se recomienda hacer petrofísica básica (gamma del núcleo, porosidad, permeabilidad, densidad de grano) y especiales (m, n, a, presiones capilares, DRX, laminas delgadas, permeabilidades relativas) del núcleo del pozo PC 163. Se recomienda tomar registros de resonancia magnética para hacer una partición de la porosidad y, con ello, estimar un índice de permeabilidad en cada una de las arenas del campo.
- La actualización del modelo petrofísico con nueva información adquirida durante el desarrollo del campo ayudará a tomar la administración y explotación óptima del yacimiento.

### Conclusions

- The petrophysical characterization of the Tertiary PC field was carried out. It is intended to support reserve evaluation and identification of new opportunities, obtaining a more reliable static model that will serve as a basis for the numerical simulation of the field.
- Sands 23 and 24 have the best petrophysical characteristics and the most significant number of visualized opportunities. Likewise, the petrophysical characterization allows us to have a first visualization of the possible areas with the best features, according to the type of rock, porosity, permeability, and net oil-impregnated thickness.
- It is recommended to make basic petrophysics (core gamma, porosity, permeability, grain density) and special ones (m, n, a, capillary pressures, XRD, thin films, relative permeabilities) of the core of the PC 163 well. It is advisable to take magnetic resonance records to make a partition of the porosity and, with it, to estimate a permeability index in each of the sands of the field.
- Updating the petrophysical model with new information acquired during the development of the field will help take the optimum management and exploitation of the reservoir.



• El diseño de la prueba mediante el modelo óptimo de pozo-yacimiento ha traído importantes ahorros de tiempo y dinero  
/ The design of the test using the optimal well-site model has brought significant savings in time and money.

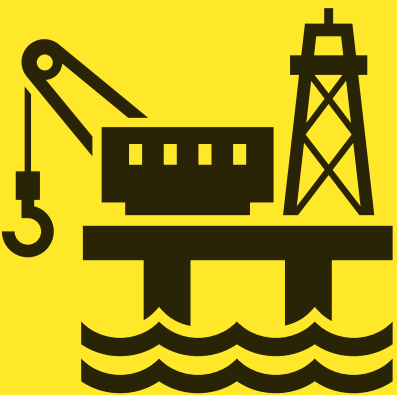
# Pruebas de presión – producción en YNF: lecciones aprendidas en yacimientos produciendo mediante BNC y BEC

El AIPBAS01-02 produce, principalmente, del yacimiento Cretácico en los campos Ku Maloob y Zaap. Debido al depresionamiento del yacimiento se optó por producir dicho yacimiento mediante sistema artificial de producción el Bombeo Neumático Continuo (BNC) en una primera etapa, y por Bombeo Electro-Centrífugo (BEC) recientemente. Esto, además de obtener información mediante pozos equipados con sensores de presión y temperatura de fondo.

## Pressure-Production Testing in NFR: Lessons Learned in Reservoirs Producing Via GL and SEP

AIPBAS01-02 produces mainly from the Cretaceous reservoir in the Ku Maloob and Zaap fields. Due to the depression in the reservoir, it was decided to use an artificial production system to produce the reservoir, the Gas Lift (GL), in the first stage, and recently the Submersible Electric Pump (SEP). This, in addition to obtaining information through wells fitted with bottom pressure and temperature sensors.

**Autores / Authors:**  
Alan Camerino Sotelo  
Calderón y Juan Adolfo  
Calderón Avendaño  
(Pemex Exploración y  
Producción)



### Importancia de la definición de roles

Al tener variables adicionales que controlar respecto a un pozo fluyente, la correcta sincronización del diseño y ejecución del programa para la prueba de presión es de gran trascendencia para obtener los resultados requeridos. En la Figura 1, se presenta una serie de eventos concatenados donde el problema causante fue una falta de comunicación entre todos los involucrados.

El objetivo de la prueba fue determinar daño y permeabilidad. El pozo fue sometido a una reparación mayor, fluyó de manera continua y conforme al programa las primeras 24 horas. Previo a la ejecución del cierre, la herramienta fue cambiada de posición; posteriormente, el desfogue de la presión en la Tubería de Revestimiento se ejecutó de forma incorrecta. Para finalizar, el corte en el flujo del gas de BNC se realizó tardíamente; todo esto contribuyó a no cumplir los objetivos planteados.

Los resultados de la prueba de presión mostrada se presentan en la Figura 2. No se obtienen los patrones de flujo característicos para lograr un resultado modelable.

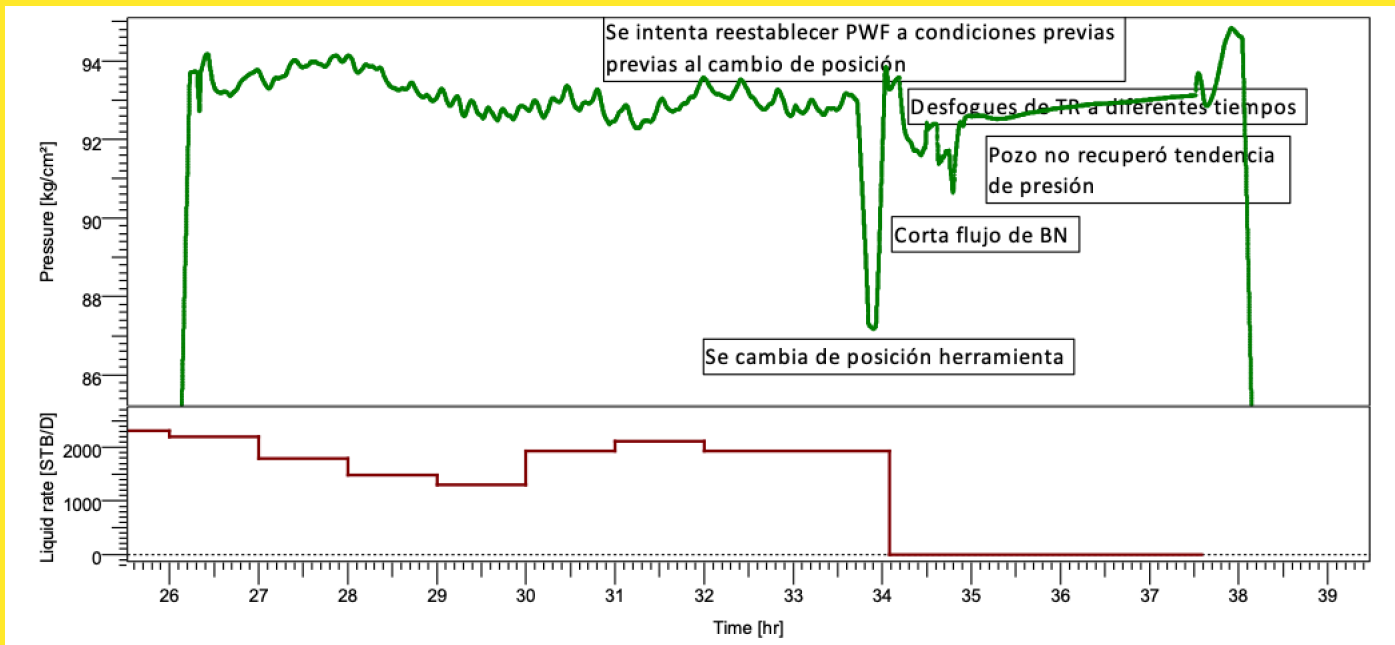
### Importance of Role Definition

Having additional variables to control over a flowing well, the correct timing of the design and execution of the pressure test program is of great importance in getting the required results. In Figure 1, a series of linked events is presented, where the problem was a lack of communication between all those involved.

The test's objective was to determine damage and permeability. The well was subjected to significant repair, and it flowed continuously and according to schedule for the first 24 hours. Before the closure execution, the tool was repositioned; subsequently, the pressure release in the casing was incorrectly executed. Finally, the cutting of the GL gas flow was carried out late; all this contributed to not meeting the stated goals.

The results of the pressure test are presented in Figure 2. The characteristic flow patterns are not obtained for a modelable result.





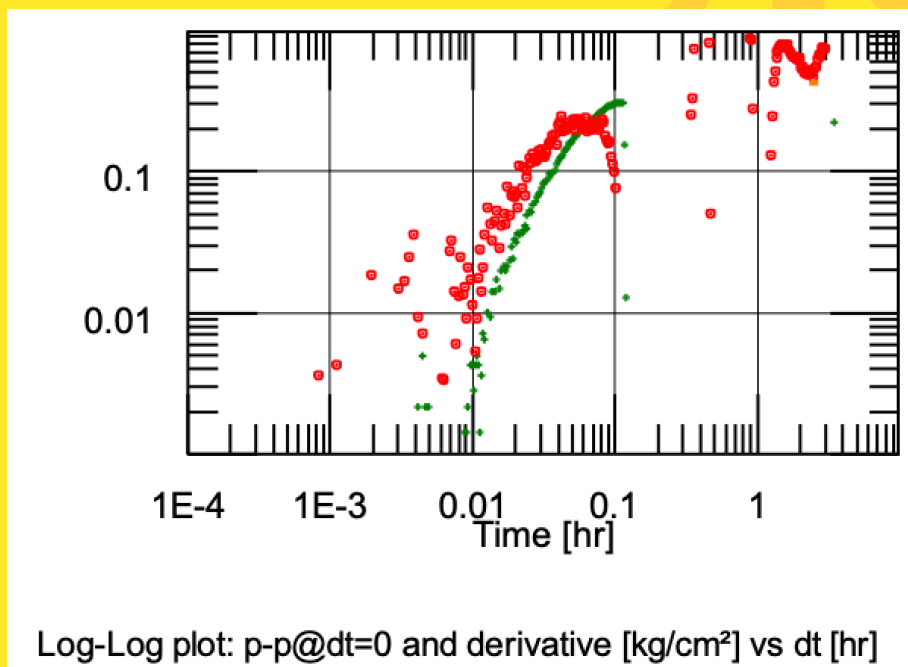
### Incorrecta ejecución de cierre para curva de incremento

Debido a que en este tipo de pozos se presentan mas variables a monitorear durante la ejecución del programa definido para la prueba de presión, es importante el correcto monitoreo, previo y durante la ejecución. Para ello, se tiene una secuencia de cierre definida para las curvas de incremento:

1. Identificar la Pwf promedio del periodo estabilizado antes del cierre, con una variación máxima de  $1 \text{ kg/cm}^2$ .
2. Cortar el suministro de gas de BNC.
3. Desfogar presión en TR (PTR) lo más rápido posible y sin pausa. Al momento de desfogar PTR, en caso de falla en la válvula de suministro, si esta no es abierta de manera continua y rápida cancelar secuencia de cierre y estabilizar pozo hasta que la válvula pueda ser abierta de manera constante

**Figura 2.** Gráfico de diagnóstico log-log, obtenido de la curva de incremento registrada. El posible modelo arrojó resultados inconsistentes  $s=-17$ , y una  $k$  de  $1.08E-9 \text{ mD}$ .

**Figure 2.** Log-log diagnostic graph, obtained from the recorded increase curve. The possible model yielded inconsistent results  $s = -17$ , and a  $k$  of  $1.08E-9 \text{ mD}$ .



### Incorrect Closing Execution for Incremental Curve

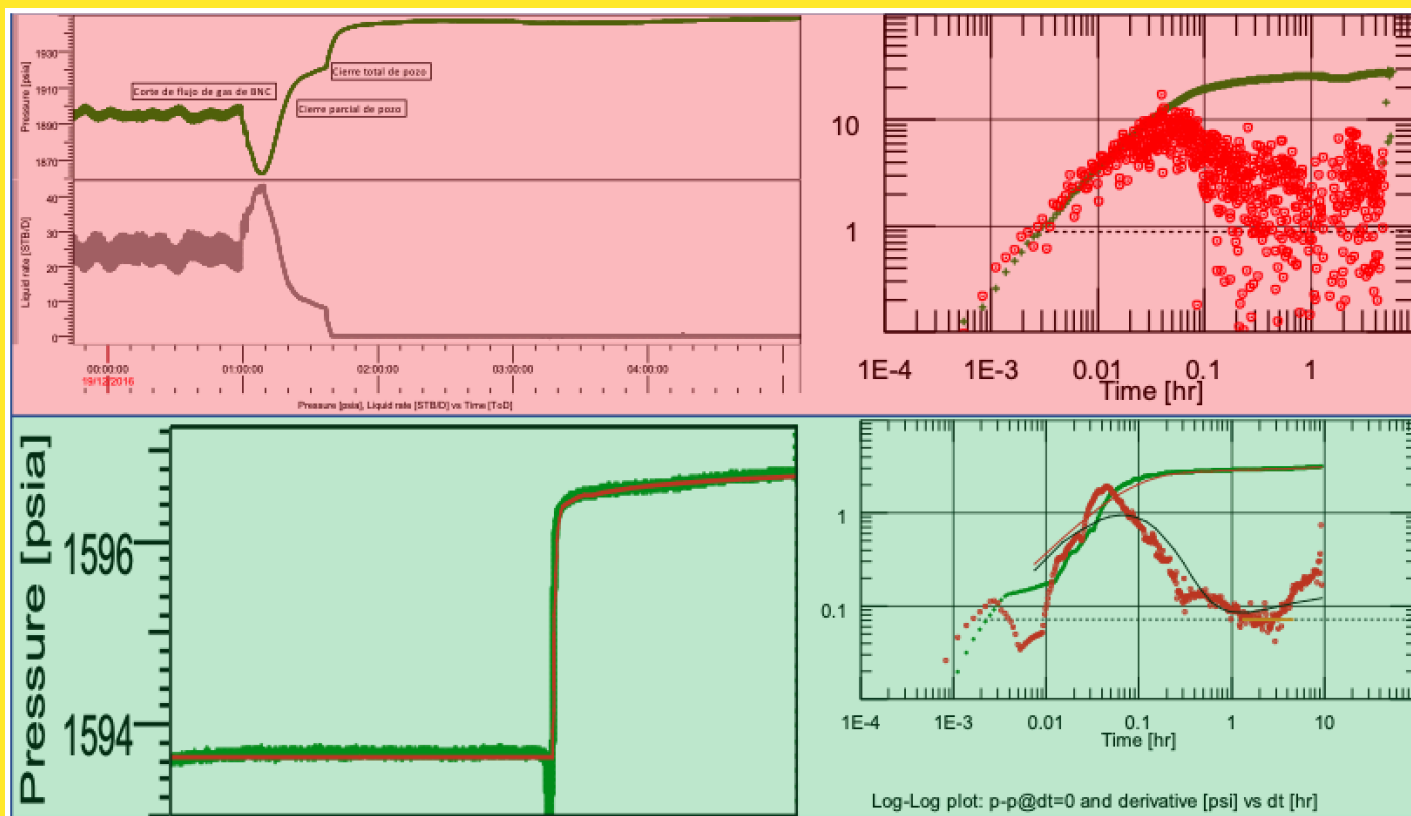
Because this type of well present more variables to monitor during the execution of the program defined for the pressure test, it is crucial to monitor correctly, before and during the execution. For this, there is a defined closing sequence for the incremental curves:

1. Identify the average Pwf of the stabilized period before closure, with a maximum variation of  $1 \text{ kg/cm}^2$ .
2. Cut the GL gas supply.
3. Release casing pressure (CP) as quickly as possible and without pause. At the moment of venting CP, in case of failure in the supply valve, if this is not open in a continuous and fast way, cancel the closing sequence and stabilize the well until the valve can be continuously and quickly opened to

**Figura 1.** Eventos que condenaron el éxito de la prueba, cambio de programa sin acuerdo de todos los equipos involucrados, falta de coordinación en la ejecución del cierre, tiempo insuficiente para obtener los objetivos planteados.

**Figure 1.** Events that condemned the success of the test, program change without agreement of all the teams involved, lack of coordination in the execution of the closure, insufficient time to obtain the stated objectives.





**Figura 3.** Incorrecta vs correcta ejecución de cierre de pozo para curva de incremento en pozos con BNC, el corte de flujo de gas de BNC, el desfogue en PTR y el cierre en la cabeza del pozo deben tener una correcta concatenación.

**Figura 3.** Incorrect vs. correct execution of well closure for increase curve in wells with BNC, BNC gas flow cut, PTR vent and wellhead closure must have a correct concatenation.

y rápida para tener un desfogue en TR a las condiciones deseadas, es decir reiniciar la secuencia de cierre.

4. En caso de alguna interrupción durante esta secuencia, reestablecer condiciones estables de flujo por al menos dos horas y reiniciar la secuencia.
5. En cabina, monitorear el comportamiento de presión de fondo para enviar la señal de cierre de pozo cuando la tendencia de presión alcance el promedio de Pwf que se tenía previo al corte de gas de BNC. El valor de desfogue de TR debe ser calculado con la finalidad de tener el mejor estimado de tiempo para conseguirlo.

De no seguir la secuencia operativa anterior, se obtendrán resultados como los presentados en la Figura 3.

#### Pozo produciendo con alta RGA

Los yacimientos Cretácicos del Activo se encuentran produciendo por debajo de la presión de saturación, por lo tanto, cuentan con un casquete de gas. Debido a la naturaleza del yacimiento en algunas zonas de este, la posición del contacto gas – aceite (CGA) no se encuentra óptimamente registrada. Ante esto, se presentó una situación donde el pozo a probar tenía producción con alta RGA, incluso después de su intervención.

#### Curva de incremento con sensores de monitoreo para sistemas BEC

Contrario a lo que podría suponerse respecto a los sensores para el monitoreo de condiciones de operación en sistemas BEC, la información registrada por dichos sensores bien puede ser utilizada para realizar Análisis Transitorio de la Presión/Análisis Transitorio del Gasto (PTA/RTA, por sus siglas en inglés). La principal objeción que se pone a dichos sensores es su resolución.

#### Importancia del diseño de la prueba para asegurar los objetivos planteados y la calidad en la interpretación

El diseño de la prueba de presión – producción es de gran

have a vent in CP to the desired conditions, that is, restart the closing sequence.

4. In case of any interruption during this sequence, re-establish stable flow conditions for at least two hours and restart the sequence
5. In the cabin, monitor the downhole pressure performance to send the well closing signal when the pressure trend reaches the average Pwf that was present before the GL gas cut. The casing vent value must be calculated to have the best estimate of time to achieve it.

If the previous operating sequence is not followed, results will be obtained, as shown in Figure 3.

#### Well Producing with High GOR

The Asset's Cretaceous reservoirs are producing below saturation pressure; therefore, they carry a gas cap. Due to the nature of the reservoir in some areas, the position of the gas-oil contact (GOC) is not optimally recorded. Therefore, a situation arose where the well to be tested had high gas-oil relation (GOR) production, even after its intervention.

#### Incremental Curve with Monitoring Sensors for SEP Systems

Contrary to what might be assumed regarding sensors for monitoring operating conditions in SEP systems, the information recorded by such sensors may well be used for Pressure Transient/Rate Transient Analysis (PTA/RTA). The main objection to such sensors is their resolution.

#### Importance of Test Design to Ensure Objectives and Quality of Interpretation

The design of the pressure-production test is of great importance to ensure the desired objectives, as well as the reliability of the interpretation. The critical factors are storage, expected damage, and expected permeability.



importancia para asegurar los objetivos deseados, así como la confiabilidad de la interpretación. Los factores críticos son almacenamiento, daño esperado y permeabilidad esperada.

En la Figura 4, se presenta una prueba ajustada al tiempo "mínimo requerido" para poder registrar un flujo radial definido. El diseño de la prueba, por requerimientos de producción, se ajustó dicho tiempo. Esta prueba no cumplió los objetivos establecidos debido al efecto de segregación de fases y a una permeabilidad menor a la esperada (el tiempo mínimo establecido se diseñó con una permeabilidad mayor).

### Possibilidad de interpretar una curva de decremento en pozos con BNC

En ciertas ocasiones, por requerimiento de producción, el programa establecido para la prueba de presión – producción no podía incluir una curva de incremento. No obstante, era imperante estimar el valor de permeabilidad en la zona y determinar la productividad del pozo mediante este tipo de pruebas. Se pudo modelar dicho comportamiento mediante el filtrado de datos con software especializado.

### Conclusiones

- El diseño de la prueba, mediante el modelo óptimo de pozo-yacimiento asociado a la geología esperada en el yacimiento, ha traído importantes ahorros de tiempo y dinero, asociado a un incremento en la calidad de la información disponible para la toma de decisiones.
- La designación de roles en cada etapa de las pruebas de presión – producción adquiere gran trascendencia en pozos produciendo mediante sistema de BNC, ya que se presenta una mayor cantidad de variables a controlar para asegurar el éxito de dicha prueba.
- Durante una curva de incremento, el cierre del pozo es la etapa más crítica de la operación. Respetar la secuencia de cierre ha incrementado el número de pruebas de presión – producción interpretables.
- En situaciones donde no es posible efectuar una curva de incremento en pozos produciendo con BNC, es factible efectuar un filtrado de datos mediante software especializado. Esto para poder registrar información y establecer un modelo consistente con la información disponible de pozos vecinos.

In Figure 4, a test adjusted to the "minimum required" time to record a defined radial flow is presented. The test design, by production requirements, was adapted to this time. This test did not meet the established objectives due to the phase segregation effect and a lower than expected permeability (the minimum time set was designed with a higher permeability).

### Possibility of Interpreting a Decline Curve in Wells with GL

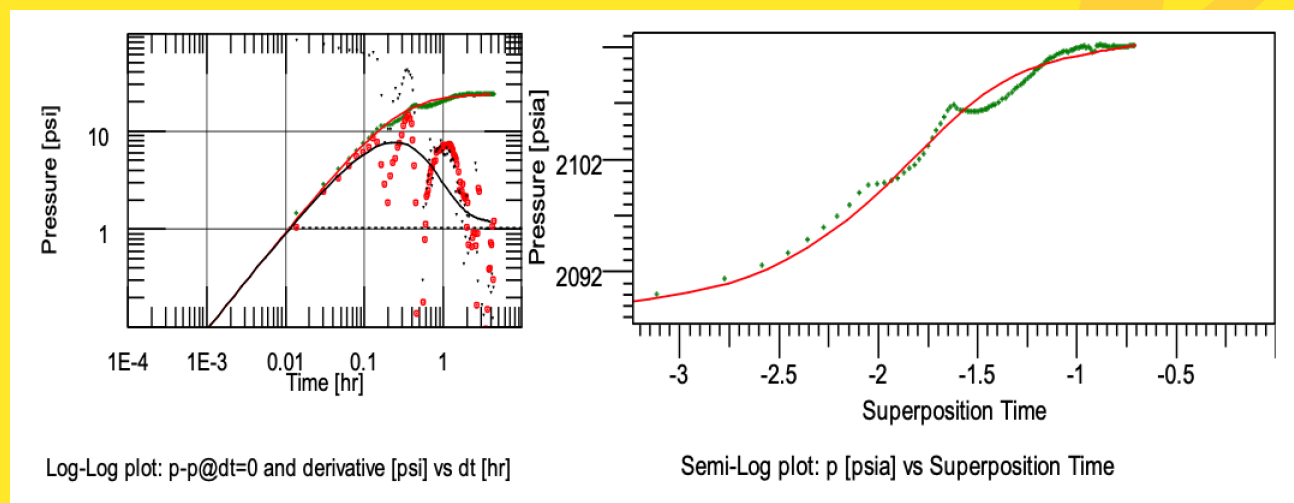
On certain occasions, due to production requirements, the established program for the pressure-production test could not include a surge curve. However, it was imperative to estimate the permeability value in the zone and to determine the well's productivity using this type of test. It was possible to model this performance by filtering the data with specialized software.

### Conclusions

- The design of the test, using the optimal well-site model associated with the expected geology in the reservoir, has brought significant savings in time and money, associated with an increase in the quality of information available for decision making.
- The designation of roles in each stage of the pressure-production tests acquires high relevance in wells producing through GL system since there is a higher amount of variables to control to ensure the success of such a test.
- During an incremental curve, the closing of the well is the most critical stage of the operation. Respecting the closure sequence has increased the number of interpretable pressure-production tests.
- In situations where it is not possible to make a steepening curve in GL producing wells, it is feasible to perform a data filtering using specialized software. This is to record information and establish a model compatible with the information available from neighboring wells.

**Figure 4.** Un incorrecto diseño de prueba compromete los objetivos establecidos para la misma; aun en yacimientos con alta permeabilidad.

**Figure 4.** An incorrect test design compromises the objectives established for it; even in deposits with high permeability.





La GPIM combina la implementación de tecnologías, la aplicación de los conocimientos técnicos y el cumplimiento de los compromisos establecidos en la cadena de valor.

/ MIPM combines the implementation of technologies, the application of know-how and the fulfillment of value chain commitments

# Riesgos que afectan la productividad en Obras de Infraestructura marina en Pemex Exploración y Producción

La ejecución de obras de Infraestructura marina en Pemex Exploración y Producción (PEP) son particularmente llevadas a cabo por la Subdirección de Servicios a la Explotación (SSE), a través de la Gerencia de Proyectos de Infraestructura Marina (GPIM).

**Autores / Authors:**

Sergio Enrique Reyna García y Juan Delfino Bravo Rojas (Pemex Exploración y Producción)

## Risks Affecting Productivity in Marine Infrastructure Projects in Pemex Exploration and Production

The execution of marine infrastructure projects in Pemex Exploration and Production (PEP) is particularly carried out by the Sub-directorate of Services to the Exploitation (SSE), through the Marine Infrastructure Project Management (MIPM).

**D**icha Gerencia tiene como principales funciones:

- Elaborar los modelos de contrato y bases de concurso para la contratación de ingeniería y construcción de infraestructura.
- Gestionar la contratación de obras.
- Realizar la evaluación técnica de ofertas en los procesos licitatorios.
- Aplicar normatividad relacionada.
- Gestionar los permisos gubernamentales.
- Supervisar la ejecución de los contratos de construcción de infraestructura.
- Evaluar y dar seguimiento de indicadores de desempeño operativo y económico.
- Desarrollar la entrega de obras

### a. Mejoras tecnológicas en equipos de PND's (Pruebas No Destructivas)

#### Radiografía Digital en Tiempo Real (RDTR)

Es una tecnología avanzada que emplea técnicas de radiografía directa. Consiste en convertir datos en una imagen digital de alta resolución de la soldadura completa sin utilizar películas; puede efectuarse con un único escaneo. El sistema se puede utilizar para obtener tanto una imagen única de doble pared, como una imagen única de pared sencilla. Permite inspeccionar tuberías de prácticamente cualquier diámetro, así como en soldaduras horizontales y verticales.

**T**his Management has as main functions:

- Prepare the contract models and competition bases for the engineering and infrastructure construction contracting.
- Manage project contracting.
- Carry out the technical evaluation of offers in the bidding processes.
- Apply related regulations.
- Manage government permits.
- Supervise the execution of infrastructure construction contracts.
- Evaluate and follow up on operational and economic performance indicators.
- Develop project delivery.

### a. Technological Improvements in NDT Equipment (Non-Destructive Testing)

#### Real-time Digital Radiography (RTDR)

It is an advanced technology that employs direct radiography techniques. It consists of converting data into a high-resolution digital image of the entire weld without using film; it can be done with a single scan. The system can be used to obtain both a single double-walled image and a single-walled image. It allows the inspection of pipes of almost any diameter, as well as horizontal and vertical welds.





## b. Mejoras tecnológicas en equipos de inspección Remote Operated Vehicle (ROV)

### Inspección y guía del touchdown point en tendido de ductos sobre bermas y colchacretos utilizando equipo ROV

Otro factor importante para considerar durante el tendido de ductos marinos es el de asegurar que la posición de la línea en el lecho marino (touchdown point) o en zonas específicas –como en los arreglos de cruces de líneas— sea la correcta y de acuerdo a la ingeniería APC. Esto se lograba mediante la inspección submarina con buceo y embarcaciones auxiliares; sin embargo, las mejoras tecnológicas han desarrollado equipos capaces de realizar dicha función.

#### Equipos principales y su función:

- DGPS: Equipo GPS con corrección diferencial que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo con una precisión hasta de centímetros. Utiliza correcciones de los datos recibidos de los satélites desde una estación en tierra con coordenadas conocidas.
- Girocompás: es una brújula orientada siempre al norte geográfico, usando un juego de discos o anillos de rápido giro (movidos electrónicamente) y las fuerzas de fricción para aprovechar la rotación de la Tierra. Los girocompases se usan ampliamente en los barcos. Tienen dos ventajas principales sobre las brújulas magnéticas:
  - Señalan al norte geográfico, es decir, la dirección del eje de rotación de la Tierra, y no al norte magnético.
  - No se ven afectados por el metal del casco de los barcos.

## b. Technological Improvements to Remote Operated Vehicle (ROV) Inspection Equipment

### Inspection and guidance of the touchdown point in duct laying on berms and mattresses using ROV equipment

Another critical factor to consider during the laying of sea pipelines is to ensure that the position of the line on the seabed (touchdown point) or in specific areas –such as in cross-line arrangements— is accurate and under APC engineering. This was achieved through underwater inspection with diving and auxiliary vessels; however, technological improvements have developed equipment capable of performing this task.

#### Leading equipment and its function:

- DGPS: GPS equipment with a differential correction that allows the position of an object, a person, or a vehicle to be determined worldwide with an accuracy of centimeters. It uses data corrections collected from satellites from a ground station with known coordinates.
- Gyrocompass: it is a compass always oriented to the geographical north, using a set of discs or rings of fast rotation (moved electronically) and the friction forces to use the Earth's rotation. Gyrocompasses are widely used on ships, and have two main advantages over magnetic compasses:
  - They point to geographic north, that is, the direction of the Earth's axis of rotation, and not to magnetic north.
  - They are not affected by the ship's metal hull.
- ROV Positioning and Support Operator: Personnel in charge of installing, handling, and operating the DGPS positioning equipment and the navigation program used to determine, in real-time, the position of the Vessel or Naval Device and the tugs involved in the maneuvers.
- ROV: (Remote Operated Vehicle) are vehicles that are controlled by an operator who is not in the vehicle. They can be communicated by radio signals or by a cable or line that connects the vehicle to the pilot.
- Circular Scanning Sonar: Equipment that uses sound waves in the water to determine the location and characteristics of objects on the seabed, drawing a circular image of the seabed.
- Touchdown Point: Is the point of contact between the underwater line (pipe or duct) laid by a vessel and the seabed.
- Duct line: Project coordinates of a duct to be installed on the seabed.



- Operador de Posicionamiento y apoyo a ROV: Personal encargado de instalar, manipular y operar los equipos de posicionamiento DGPS y el programa de navegación que se utilizan para determinar, en tiempo real, la posición de la Embarcación o Artefacto Naval y los remolcadores que participan en las maniobras.
- ROV: (Remote Operated Vehicle, Vehículo operado a distancia) son vehículos que están controlados por un operador que no está en el vehículo. Pueden estar comunicados por señales de radio o mediante un cable o línea que conecta el vehículo a donde se encuentra el piloto.
- Sonar de barrido circular: es el equipo que usa la propagación del sonido en el agua para determinar la ubicación y características de objetos en el fondo marino, dibujando una imagen circular del lecho marino.
- Touchdown Point: Es el punto de contacto entre la línea submarina (tubería o ducto) tendida por una embarcación y el lecho marino.
- Trazo de ductos: Coordenadas de proyecto de un ducto a instalarse en fondo del mar.

### Acciones de seguridad, salud y factores psicosociales

El marco regulatorio en México establece, a través del Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo (RFSST), la obligatoriedad de los patrones para contar con un diagnóstico de salud en el trabajo. Se basa en los estudios y/o análisis de riesgos a la salud requeridos en cada centro de trabajo, para que, con base en ello, se integre un programa de seguridad y salud en el trabajo. (RFSST: Capítulo Tercero, Artículo 7, Fracción I y II).

Por ello, Petróleos Mexicanos –a través de su sistema en materia de Seguridad, Salud en el Trabajo y Protección Ambiental (SSPA)— tiene como primer principio que la salud en el trabajo es uno de los valores de la más alta prioridad para la producción, el transporte, las ventas, la calidad y los costos.

De lo anterior, resalta la importancia de la salud de los trabajadores para fortalecer el desempeño y la productividad, mediante su adecuada vigilancia de manera integral y con énfasis en la prevención del daño. Con esto se cumple con los estándares a nivel mundial, establecidos desde el año 1985 en el Convenio 161 de la Organización Internacional del Trabajo. Incluye a todo el personal que labora en instalaciones de PEP, así como los trabajadores de las empresas contratistas y proveedores que realizan actividades para PEP.

### Conclusiones

- Al combinar los esfuerzos en la implementación de tecnologías, la aplicación de los conocimientos técnicos y el cumplimiento de los compromisos establecidos en la cadena de valor de la GPIM en cada etapa de las obras, se busca la mejora continua.
- Eficientar los tiempos de los procesos operativos de la gerencia, asegurar la integridad del personal y asegurar que los proyectos o Inversiones Vinculadas a la Cadena de Valor (IVCV) sean rentables para PEP.
- Se busca la reducción de eventos recurrentes por incumplimientos en los procesos operativos, mediante la aplicación de técnicas preventivas propuestas. Estandarizar documentos y actividades en los procesos operativos que coadyuvan en la aplicación de las mejores prácticas seguras de trabajo por parte del personal de contratistas y supervisores de Pemex, en el desarrollo de las actividades operativas de la GPIM.



### Safety, Health, and Psychosocial Factors

The regulatory framework in Mexico establishes, through the Federal Regulation of Safety and Health at Work (RFSST, by its acronym in Spanish), the employer's obligation to have an occupational health diagnosis. It is based on the studies and/or analysis of health risks required in each work center, so that, on this basis, an occupational safety and health program is integrated. (RFSST: Third Chapter, Article 7, Section I and II).

Therefore, Petróleos Mexicanos –through its system for Safety, Health at Work and Environmental Protection (SSPA, by its acronym in Spanish)— has as its first principle that health at work is one of the highest priority values for production, transportation, sales, quality, and costs.

Hence, the importance of workers' health to strengthen performance and productivity, through adequate surveillance in a comprehensive manner and with emphasis on damage prevention. This complies with worldwide standards, established since 1985 in Convention 161 of the International Labor Organization. It includes all the personnel that works in PEP's facilities, as well as the staff of the contractors and suppliers that carry out activities for PEP.

### Conclusions

- Continuous improvement is pursued by combining efforts in the implementation of technologies, the application of technical knowledge, and the fulfillment of the commitments established in the MIPM value chain in each stage of the works.
- Efficient timing of management's operational processes, ensuring the integrity of the personnel, and ensuring that the projects or Investments Linked to the Value Chain (ILVC) are profitable for PEP.
- It seeks to reduce recurrent events due to non-compliance with operating processes by applying proposed preventive action techniques. Standardize documents and activities in the operating procedures that help in the application of the best safe working practices by the personnel of Pemex's contractors and supervisors in the development of the MIPM's operating activities.



• El gasto crítico sirve para evitar el problema de carga de líquidos  
/ The critical flow serves to avoid the liquid loading issue

# Comparación de modelos para el cálculo del gasto crítico en pozos de gas

## Model Comparison for Critical Flow Calculations in Gas Wells

**Autores / Authors :** Marco Antonio Ramírez Valdez y José Ángel Meza Ríos (Pemex Exploración y Producción)

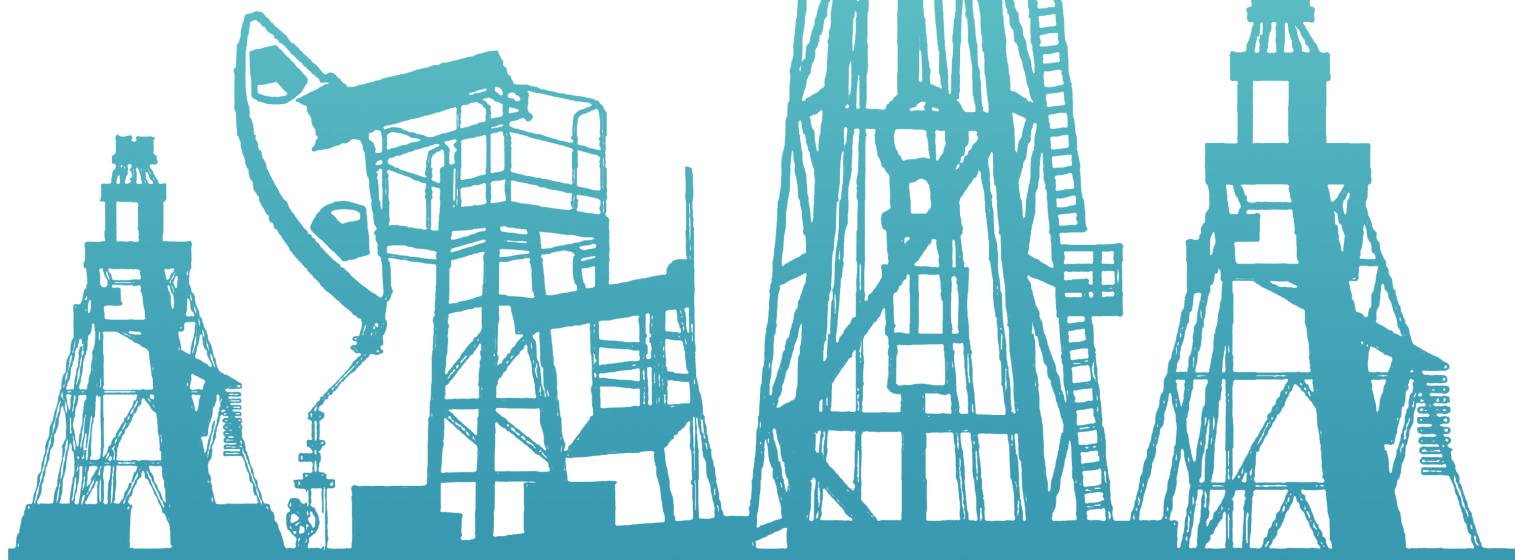
*El problema más común que se tiene en los pozos productores de gas es el conocido como carga de líquidos, y el gasto crítico es el parámetro principal que se debe tener para evitar este problema. Por ello resalta la importancia de conocer los modelos con los que se calculan, así como las variables que entran en juego para determinar el gasto crítico de un pozo de gas.*

**N**o debemos confundirnos al escuchar el término "gasto crítico". En términos de ingeniería de yacimientos el gasto crítico es un término muy común en pozos productores de aceite; se refiere al gasto mínimo que debe tener un pozo para evitar que exista una conificación de agua o de gas. Por otro lado, en términos de ingeniería de producción de pozos de gas, se refiere al gasto mínimo de gas que debe tener el pozo para acarrear los líquidos a superficie (ya sea agua o condensados) y evitar el colgamiento de los mismos, provocando que los pozos dejen de producir, debido a la columna que se forma el fondo del mismo.

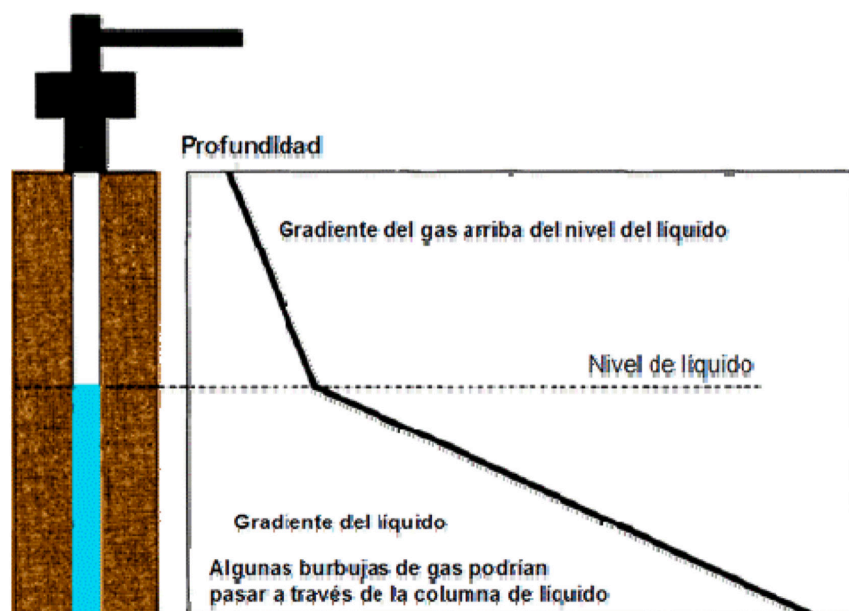
*The most common problem in gas-producing wells is known as liquid loading, and the critical flow is the main parameter that must be addressed to avoid this problem. That is why it is essential to know the models with which they are calculated, as well as the variables that come into play to determine the critical flow rate of a gas well.*

**W**e should not be confused when we hear the term "critical flow rate." In terms of reservoir engineering, the critical flow rate is a common term in oil-producing wells; it refers to the minimum flow rate that a well must have to avoid water or gas conification. On the other hand, in terms of gas well production engineering, it refers to the minimum expenditure of gas that the well must have to carry the liquids to the surface (either water or condensates) and avoid their hanging, causing the wells to stop producing, due to the column that forms the bottom of the well.

The expense that a gas well must have to avoid the liquid load can be calculated







**Figura 1.** Gráfica característica de pozos con carga de líquidos.

*Figure 1.* Characteristic graph of wells with liquid loading.

A partir de la velocidad crítica se puede calcular el gasto que deber tener un pozo de gas para evitar la carga de líquidos, a este gasto también se le conoce como gasto crítico. En pozos de gas la velocidad crítica es la velocidad del gas mínima necesaria para mantener en suspensión las gotas de líquidos dentro del pozo. Si la velocidad del gas es mayor a la velocidad crítica, las gotas se arrastran hacia la superficie; si la velocidad es menor, éstas se acumulan en el fondo del pozo, generando una columna que disminuye la capacidad productiva y, en muchas ocasiones, provoca que el pozo deje de producir hidrocarburos.

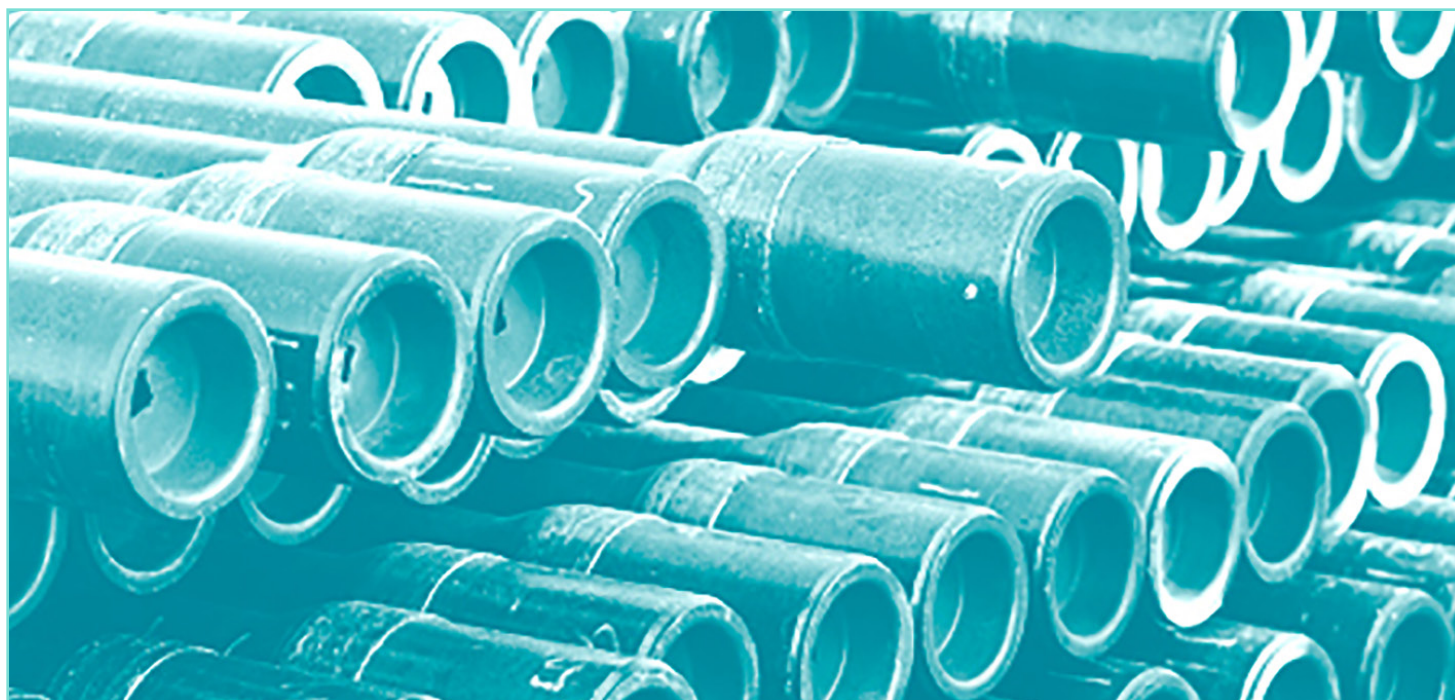
Conforme avanza la vida productiva de un pozo de gas, la energía disponible para el transporte de los líquidos a superficie disminuye. Esto puede provocar que los líquidos dentro del pozo se mantengan en suspensión a lo largo de la tubería o se acumulen en el fondo. Lo anterior genera una columna de líquidos y provoca caídas de presión adicionales, reduciendo la presión en la cabeza y la capacidad productiva de nuestros pozos de gas.

Es sumamente importante conocer las correlaciones para calcular el gasto de gas que deben tener los pozos de gas para tener la capacidad de arrastrar los líquidos a superficie y evitar que se acumulen en el fondo del pozo.

from the critical speed; this expense is also known as essential flow. In gas wells, the critical velocity is the minimum gas speed necessary to keep the liquid drops in suspension inside the well. If the rate of the gas is higher than the critical speed, the drops are dragged to the surface; if the speed is lower, they gather at the bottom of the well, generating a column that decreases the productive capacity and, in many occasions, causes the well to stop producing hydrocarbons.

As the productive life of a gas well continues, the energy available for transporting the liquids to the surface decreases. This can cause fluids within the well to be suspended along the pipeline or to build up at the bottom. This generates a column of liquids and creates additional pressure drops, reducing head pressure and the productive capacity of our gas wells.

It is imperative to know the correlations to calculate the gas flow that the gas wells must have to be able to drag the liquids to the surface and prevent them from accumulating at the bottom of the well.





## Desarrollo del Tema

La carga de líquidos es uno de los más serios fenómenos que reduce la producción de los pozos de gas; sucede por la acumulación de los líquidos en el fondo del pozo. La mayoría de las veces, los hidrocarburos gaseosos producidos contienen líquidos asociados con ellos, y la presencia de estos líquidos afecta la capacidad productiva de los pozos.

Los líquidos que están en los pozos pueden provenir de dos fuentes principales: pueden formarse a partir de la condensación de los hidrocarburos gaseosos, o puede ser agua producida por el yacimiento.

Cuando la energía del yacimiento ya no es suficiente para arrastrar estos líquidos, se empiezan a acumular en el fondo del pozo generando una caída de presión adicional. En ocasiones se puede acumular suficiente cantidad de líquido para que la presión generada por la columna sea mayor que la presión del yacimiento, provocando que deje de producir (Figura 2).

Debido a que las unidades de línea de acero son limitadas en cantidad, no se puede tomar registros a todos los pozos de un activo. Por esto, se necesita contar con herramientas que nos ayuden a determinar los problemas relacionados con los líquidos de los pozos de una manera práctica.

Generalmente, se cree que los líquidos son levantados en el flujo del gas como pequeñas partículas y transportados como una pequeña película a lo largo de la tubería de producción. Esos mecanismos fueron investigados por Turner, quien descubrió que la carga de líquidos se predice por un modelo que indica cuando las gotas se desplazan con el gas (velocidad del gas mayor que la velocidad crítica) o cuando las gotas caen (velocidad del gas menor que la velocidad crítica). Turner desarrolló una simple correlación para predecir la velocidad crítica,

## Topic Development

Liquid loading is one of the most severe phenomena that reduces the production of gas wells; it happens because of the build-up of liquids at the bottom of the well. Most of the time, the gaseous hydrocarbons produced contain fluids associated with them, and the presence of these liquids affects the wells' productive capacity.

The liquids in the wells may come from two primary sources: they can be formed from the condensation of the gaseous hydrocarbons, or they can be water produced by the reservoir.

When the energy of the reservoir is no longer enough to draw these liquids, they begin to accumulate at the bottom of the well, generating an additional pressure drop. Sometimes enough liquid may be stored so that the pressure generated by the column is higher than the reservoir pressure, causing it to stop producing (Figure 2).

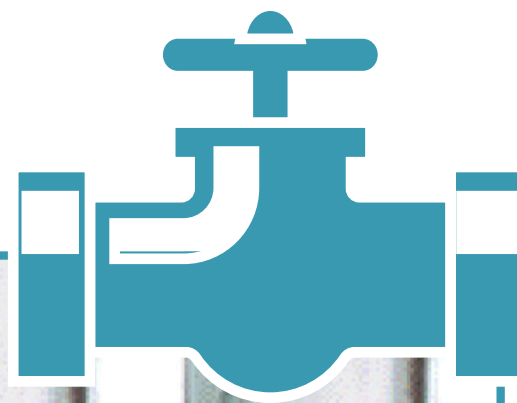
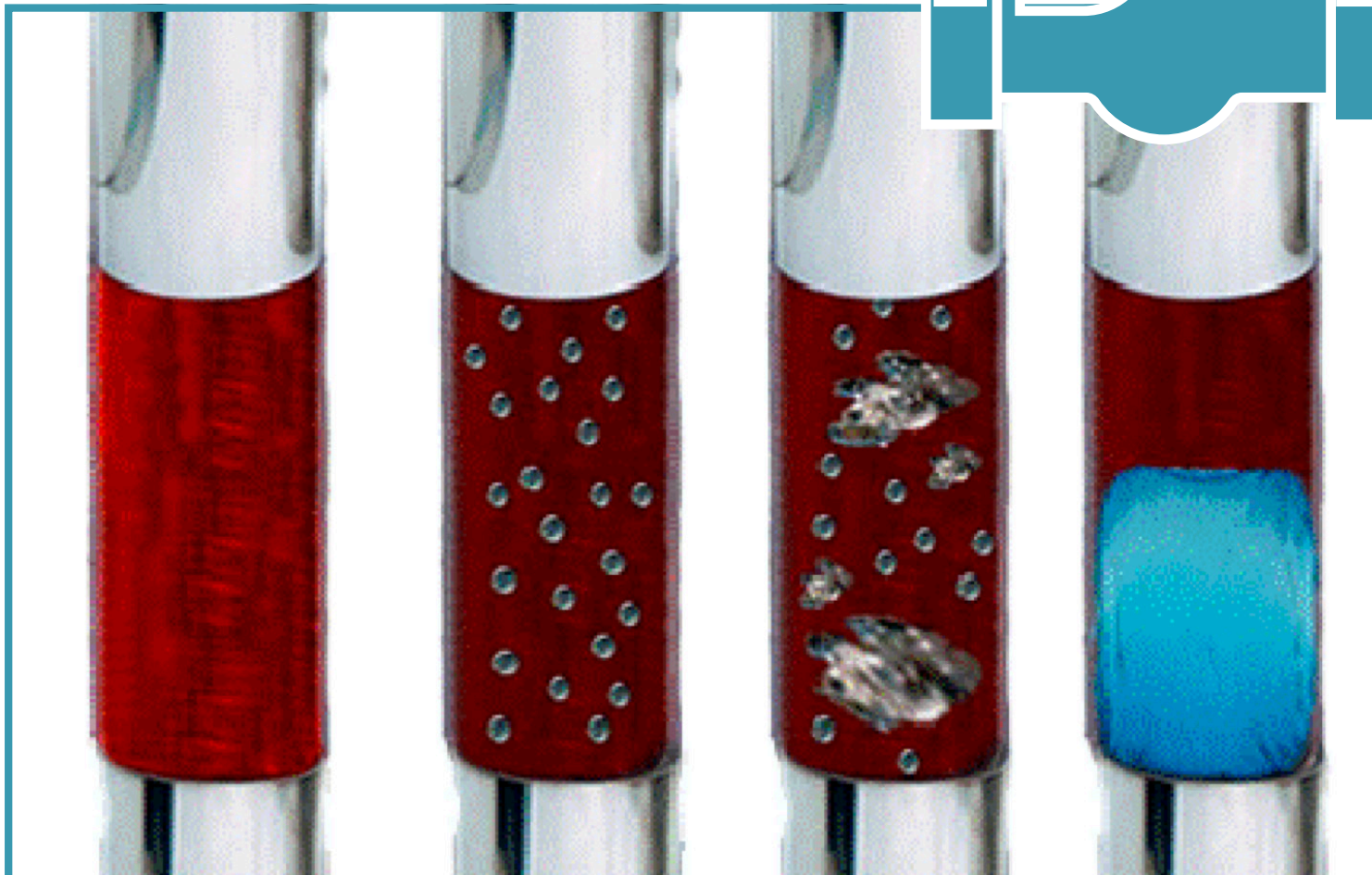
Because steel line units are limited in quantity, not all wells in an asset can be recorded. Therefore, tools are needed to help us effectively determine well fluid issues.

It is generally believed that liquids are lifted into the gas stream as small particles and transported as a short film along the tubing. These mechanisms were investigated by Turner, who found that liquid loading is predicted by a model that indicates when the drops move with the gas (gas velocity higher than the critical speed) or when the drops fall (gas velocity lower than the critical speed). Turner developed a simple correlation to predict the critical speed, assuming that the gas transports the drops. In this model, the weight of the droplets acts downward, and the pulling force acts upward (Figure 3).

When the pulling force equals the weight of the droplet, the velocity of the gas is critical. Theoretically, at the critical speed, the drop can be

**Figura 2.** Etapas de un pozo de gas.

**Figure 2.** Stages of a gas well.







asumiendo que las gotas se transportan por el gas. En este modelo, el peso de las gotas actúa hacia abajo y la fuerza de arrastre actúa hacia arriba (Figura 3).

Cuando la fuerza de arrastre es igual al peso de la gota, la velocidad del gas es crítica. Teóricamente, a la velocidad crítica la gota puede suspenderse en el flujo de gas. Debajo de la velocidad crítica, las gotas caen y se acumulan en el fondo del pozo.

En la práctica, la velocidad crítica se define como la velocidad mínima del gas en la tubería de producción requerida para desplazar los líquidos. Una sarta de velocidad a menudo se usa para reducir el área transversal de flujo, hasta que la velocidad crítica se obtiene.

### Conclusiones

1. Con datos superficiales se pueden conocer los gastos críticos de todo un activo de producción, permitiendo una jerarquización a la hora de realizar programas para toma de información y mediciones.
2. Estos datos se pueden comprobar con los registros de presión de fondo fluyendo, al detectar el cambio del gradiente de presión a lo largo de la tubería de producción.
3. El uso de datos superficiales para el cálculo del gasto crítico es una herramienta muy útil, precisa y práctica.
4. El cálculo de la velocidad crítica y del gasto crítico son sensibles a las variables de presión en cabeza y el diámetro de la tubería de producción.
5. Se debe tener cuidado a la hora de escoger el modelo para el cálculo del gasto crítico; debido a que, en algunos casos, la ecuación de Turner detectó que el pozo tenía problemas de carga de líquidos y la ecuación de Coleman no.
6. Conociendo los modelos para el cálculo de la velocidad crítica, se realizaron diversos trabajos en los pozos detectados con problemas de carga de líquidos. Esto permitió mejorar las condiciones de producción, con lo cual se eliminaron los problemas.

suspended in the gas flow. Below the critical speed, the droplets fall and accumulate at the bottom of the well.

In practice, the critical velocity is defined as the minimum velocity of the gas in the production pipeline required to move the liquids. A velocity string is often used to reduce the cross-sectional flow until the critical speed is obtained.

### Conclusions

1. With superficial data, the critical flows of a whole production asset can be known, allowing a hierarchy when making programs for information gathering and measurements.
2. This data can be checked with the flowing bottom pressure records by detecting the change of the pressure gradient along the production pipe.
3. The use of surface data for the calculation of the critical flow rate is a handy, accurate, and practical tool.
4. Critical velocity and critical flow rate calculations are sensitive to head pressure variables and the diameter of the production pipe.
5. Caution must be exercised in choosing the model for critical flow rate calculations; because, in some cases, Turner's equation detected that the well had fluid loading problems, and Coleman's equation did not.
6. Using the models for critical speed calculation, several tasks were carried out in the wells with liquid loading problems. This allowed improving the production conditions, thus eliminating the issues.

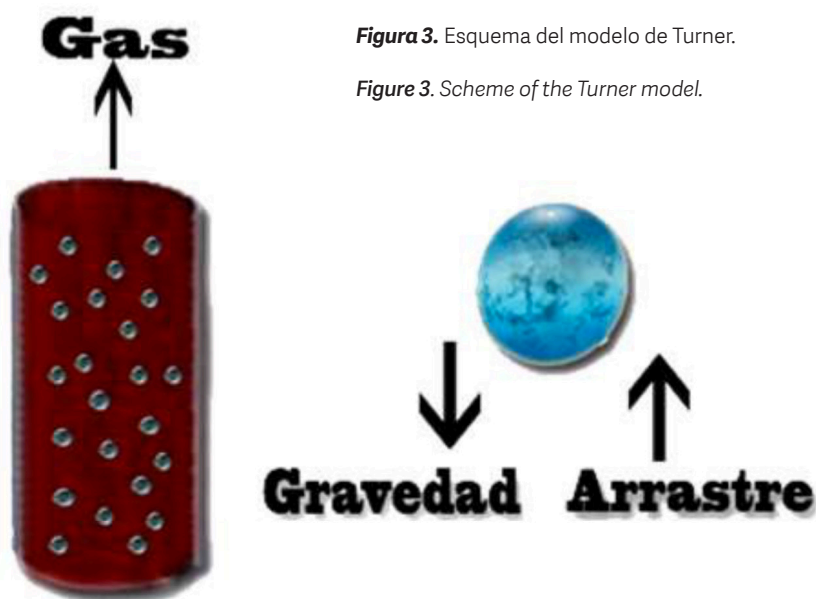
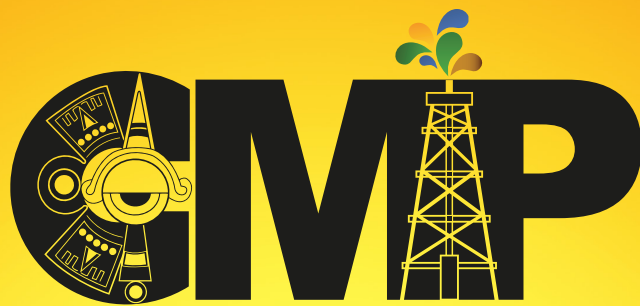


Figura 3. Esquema del modelo de Turner.

Figure 3. Scheme of the Turner model.





Congreso Mexicano del Petróleo

24 - 27 junio. Monterrey, 2020



# “Soberanía energética con Contenido Nacional”

Comidas-Conferencias ■ 20,000 m2 de Exposición Industrial

Cursos Precongreso ■ Más de 8,000 asistentes

Conferencias técnicas ■ Más de 200 compañías expositoras

Eventos sociales, culturales y deportivos

## El Foro más importante de la Industria Petrolera de América Latina

Stands, inscripciones y reservaciones  
[www.congresomexicanodelpetroleo.com](http://www.congresomexicanodelpetroleo.com)

Diamante



grupo protexa