

Big Data, Industrial Internet of Things y Gestión de activos en la industria del petróleo y del gas



Media sponsor de:





Pan American
ENERGY

Somos la primera productora privada de hidrocarburos del país.

Con el esfuerzo y el ingenio de nuestra gente, producimos el **16% del gas** y el **19% del petróleo** de la Argentina.

Para producir. Para crear. Para desarrollar.

La energía nos pone en acción.

potenciar
el desarrollo

Pan American
ENERGY



Conocenos

nauguramos por fin 2017, y la fecha no es menor: este año, el Instituto Argentino del Petróleo y del Gas cumplirá nada menos que 60 años. Creado en junio de 1957 a partir de la Sección Argentina del Instituto Sudamericano del Petróleo (ISAP), fue creciendo en prestigio como un referente técnico hasta transformarse en el IAPG.

A lo largo de este año y a través de las páginas de *Petrotecnia*, recordaremos los hechos más significativos que nos vieron atestiguar estos tiempos, junto con los excelentes profesionales que, con su trabajo constante en las Comisiones técnicas, nos han acompañado en esta construcción conjunta.

En efecto, a través de la realización de congresos, de la elaboración de trabajos y mejores prácticas, de la escritura de libros y de un sinfín de actividades, el Instituto ha acompañado el desarrollo del sector y, por eso queremos homenajearlos a ustedes, que es homenajearnos a nosotros mismos.

No será un año sencillo y estamos atentos a los desafíos, que ya se han hecho presentes con los cambios en la normativa laboral del sector; en planes para Vaca Muerta y para el gas anunciados por el Gobierno; entre otros temas que nos tocarán de cerca y ante los cuales siempre ofreceremos información técnica de la mejor calidad.

Este 2017 será también el de la Argentina Oil & Gas Expo, el mayor evento de la región que realiza el IAPG, que convoca a los especialistas más destacados para diseñar las estrategias que permitan continuar desarrollando esta industria. En la Expo, que convoca habitualmente a más de 20.000 personas, buscamos promover y potenciar el intercambio comercial entre las grandes empresas y la cadena de valor, siempre con el compromiso de respetar el ambiente.

En el marco de la AOG llevaremos a cabo el 3° Congreso Latinoamericano y del Caribe de Perforación, Terminación, Reparación y Servicio de Pozos, donde se expondrán los últimos adelantos y las lecciones aprendidas en Perforación, de la mano de sus protagonistas.

De modo que, con tanto por delante, elegimos comenzar el año explicando el uso que le da la industria al *Big Data*, a la *Industrial Internet of Things* y a la Gestión de Activos, todas herramientas que ofrecen una idea de la dimensión hacia la que se extiende el futuro de la industria.

¡Nos vemos en el próximo número!

Ernesto A. López Anadón





Tema de tapa

Big Data, Industrial Internet of Things y Gestión de activos en la industria del petróleo y del gas

Estadísticas

08 Los números del petróleo y del gas
Suplemento estadístico

Tema de tapa

10 “¿Recuerdan la película *Minority report*?”

Por Mg. Ing. María Isabel Pariani (Remasa) e Ing. Alexis Airala (Axion Energy)

La recopilación de información y su almacenamiento generan un mar de conocimientos que aún no explotamos al máximo. *Big Data* se presenta como la posibilidad de gestionar ese volumen descomunal de datos a la mayor velocidad posible sin olvidar su variedad.



16 ***Analytics y Big Data: qué son y cómo se aplican en la industria del petróleo y del gas***

Por Ing. Estanislao Martín Irigoyen (Intelligentia S.R.L.)

Se conoce como *Big Data* al conjunto de tecnologías para trabajar con grandes volúmenes de datos que, debido a su heterogeneidad, tienen grandes variabilidades y necesitan una gran velocidad de procesamiento para sustentar soluciones operables.

28 **El camino hacia una explotación de datos sostenible**

Por Ing. Gonzalo Mallo, Ing. Pablo Durante, Ing. Alejandro Bascur e Ing. Eduardo Zenon García (Pampa Energía) e Ing. Estanislao Irigoyen (Intelligentia S.R.L.)

Un trabajo presentado en la Jornada de Innovación Tecnológica *Big Data & Data Analytics*, que busca explicar las etapas necesarias para alcanzar de manera sostenible la explotación y gobernanza de datos en la disciplina de E&P.

42 **Así fue la 1° Jornada de Innovación Tecnológica *Big Data y Data Analytics***

44 **La Comisión de Innovación Tecnológica, un puente con el futuro**





46 “La IIoT es una evolución, no una revolución”

Por Redacción de *Petrotecnia*

Peter Zornio, Jefe de Estrategia de Emerson Automation Solutions, introduce una definición de la *Industrial Internet of Things* o Internet Industrial de las Cosas (IIoT) como uno de los ejes de la evolución de la industria.

50 El crecimiento no convencional a través de la Internet Industrial de las Cosas en la Industria

Por Paul Daugherty, Prith Banerjee, Walid Negm y Allan E. Alter (*Accenture*)

Un *white paper* que presenta la IIoT como una forma de mejorar la eficiencia operativa y como una herramienta para lograr el crecimiento.



66 “Gestión Integral de Activos: hacia la excelencia operacional”

Por Ing. Andrés Menini e Ing. Mario Bajda

En lo que se entiende como un cambio de paradigma, la Gestión Integral de Activos surge como algo esencial para una operación segura, rentable y amigable con el ambiente; se trata de un aspecto transversal a la organización y una obligación para minimizar el riesgo de accidentes, los costos y los incidentes ambientales.

Nota técnica



74 La composición impositiva y tributaria del precio del petróleo y del gas en la Argentina

Por Ing. Vicente Serra Marchese

Un desglose de los elementos que componen la estructura de la actividad de los hidrocarburos en el país y una comparación con los países vecinos.



78 Tratamiento con una enzima biológica para incrementar la producción. Casos históricos

Por Ing. Qco. Juan Rosbaco

El autor presenta los resultados obtenidos al tratar pozos con una enzima biológica líquida soluble en agua, que permite aumentar la productividad y reducir la tensión interfacial agua-petróleo.



84 Caracterización geoquímica y asignación de producción de petróleos en Yacimiento Cañadón Amarillo (Mendoza)

Por Romina Milicich, Inés Labayén (*Y-TEC SA*), María Palacio y Paola de Battista (*YPF. S.A. Regional Mendoza*)

En este trabajo se presentan los resultados del estudio geoquímico de petróleos realizado por YPF-Tecnología e YPF S.A. para evaluar la posibilidad de aplicación de la metodología geoquímica de caracterización de reservorios y de asignación de la producción conjunta en reservorios multicapa para cuatro pozos del Yacimiento Cañadón Amarillo.

Congresos

Congresos y Jornadas

2017 traerá más nuevas oportunidades de alto nivel técnicos para volver a reunir a los profesionales de la industria

102 **Novedades de la industria**

113 **Novedades desde Houston**

110 **Novedades del IAPG**

114 **Índice de anunciantes**



Petrotecnica es el órgano de difusión del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas.

Maipú 639, (C1006ACG) - Buenos Aires, Argentina

Tel./fax: (54-11) 5277 IAPG (4274)

prensa@iapg.org.ar / www.petrotecnica.com.ar

facebook.com/IAPGInfo twitter.com/IAPG_Info youtube.com/IAPGInfo plus.google.com/113697754021657413329

Staff

Director: Ernesto A. López Anadón

Editor general: Martín L. Kaindl

Editora: Guisela Masarik, prensa@petrotecnica.com.ar

Asistentes del Departamento de Comunicaciones y Publicaciones:

Mirta Gómez y Romina Schommer

Departamento Comercial: Daniela Calzetti y María Elena Ricciardi

publicidad@petrotecnica.com.ar

Estadísticas: Roberto López

Corrector técnico: Enrique Kreibohm

Comisión de Publicaciones

Presidente: Eduardo Fernández

Miembros: Jorge Albano, Jorge M. Buciak, Carlos Casares, Carlos E. Cruz, Martín L. Kaindl,

Alberto Khatchikian, Enrique Kreibohm, Guisela Masarik, Vicente Serra Marchese,

Gabino Velasco

Diseño, diagramación y producción gráfica integral

Cruz Arcieri & Asoc. www.cruzarcieri.com.ar

PETROTECNIA se edita los meses de febrero, abril, junio, agosto, octubre y diciembre, y se distribuye gratuitamente a las empresas relacionadas con las industrias del petróleo y del gas, asociadas al **Instituto Argentino del Petróleo y del Gas** y a sus asociados personales.

Año LVIII N° 1, febrero de 2017

ISSN 0031-6598

Tirada de esta edición: 3.300 ejemplares

Los trabajos científicos o técnicos publicados en *Petrotecnica* expresan exclusivamente la opinión de sus autores.

Agradecemos a las empresas por las fotos suministradas para ilustrar el interior de la revista.

Aderida a la Asociación de Prensa Técnica Argentina.

Registro de la Propiedad Intelectual N° 041529 - ISSN 0031-6598.

© Hecho el depósito que marca la Ley 11.723.

Permitida su reproducción parcial citando a *Petrotecnica*.

Suscripciones (no asociados al IAPG)

Argentina: Precio anual - 6 números: \$ 1250

Exterior: Precio anual - 6 números: US\$ 95

Enviar cheque a la orden del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas.

Informes: suscripcion@petrotecnica.com.ar

La revista *Petrotecnica* y el *Suplemento Estadístico* se imprimen sobre papel con cadena de custodia FSC.



Premio Apta-Rizzuto

- 1° Premio a la mejor revista de instituciones 2006, 2014
- 1° Premio a la mejor nota técnica-CONICET 2011, 2012, 2015
- 1° Premio a la mejor nota científica 2010, 2011
- 1° Premio al mejor aviso publicitario 2010, 2011
- 1° Premio a la mejor nota técnica-INTI 2010
- 1° Premio a la mejor nota técnica-INTI 2008
- 1° Premio a la mejor nota técnica 2007
- 1° Premio a la mejor revista técnica 1993 y 1999
- Accésit 2003, 2004, 2008, 2012, 2015, en el área de producto editorial de instituciones
- Accésit 2005, en el área de diseño de tapa
- Accésit 2008, 2012, 2013, nota periodística
- Accésit 2009, 2013, 2014, en el área publicidad
- Accésit 2009, nota técnica
- Accésit 2010, 2011, 2012, 2013, notas de bien público
- Accésit 2010, 2012, 2013, 2014, 2015, notas técnicas-INTI
- Accésit 2011, notas técnicas-CONICET
- Accésit 2014, notas científicas
- 2° Accésit 2010, 2011, 2012, notas de bien público
- 2° Accésit 2010, en el área de revistas pertenecientes a instituciones

Comisión Directiva 2016-2018

CARGO

Presidente
Vicepresidente 1°
Vicepresidente Upstream Petróleo y Gas
Vicepresidente Downstream Petróleo
Vicepresidente Downstream Gas
Vicepresidente Servicios y Equipamiento
Secretario
Pro-Secretario
Tesorero
Pro-Tesorero
Vocales Titulares

EMPRESA

Socio Personal
YPF S.A.
PAN AMERICAN ENERGY LLC. (PAE)
SHELL C.A.P.S.A.
TRANSPORTADORA DE GAS DEL NORTE S.A. (TGN)
SIDERCA S.A.I.C.
METROGAS S.A.
PAMPA ENERGÍA S.A.
CHEVRON ARGENTINA S.R.L.
TRANSPORTADORA DE GAS DEL SUR S.A. (TGS)
TOTAL AUSTRAL S.A.

TECPETROL S.A.
PLUSPETROL S.A.
CAPSA/CAPEX - (COMPAÑIAS ASOCIADAS PETROLERAS S.A.)
GAS NATURAL FENOSA
SINOPEC ARGENTINA EXPLORATION AND PRODUCTION, INC.
EXXON MOBIL EXPLORATION ARGENTINA S.R.L.
WINTERSHALL ENERGIA S.A.
COMPAÑIA GENERAL DE COMBUSTIBLES S.A. (CGC)
AXION ENERGY ARGENTINA S.A.
MEDANITO S.A.
SCHLUMBERGER ARGENTINA S.A.
BOLLAND y CIA. S.A.
HALLIBURTON ARGENTINA S.R.L.
PECOM SERVICIOS ENERGIA S.A.
DLS ARGENTINA LIMITED - Sucursal Argentina
MAGDALENA ENERGY ARGENTINA S.R.L.
CAMUZZI GAS PAMPEANA S.A.
REFINERIA DEL NORTE (REFINOR)
PETROQUIMICA COMODORO RIVADAVIA S.A. (PCR)
ENAP SIPETROL ARGENTINA S.A.
LITORAL GAS S.A.
A- EVANGELISTA S.A. (AESAs)
BAKER HUGHES ARGENTINA S.R.L. (Bs As)
SOCIO PERSONAL
PALMERO SAN LUIS S.A.
CESVI ARGENTINA S.A.

Titular

Ing. Ernesto López Anadón
Sr. Ricardo Darré
Ing. Rodolfo Eduardo Berisso
Lic. Teófilo Lacroze
Ing. Daniel Alejandro Ridelener
Ing. Javier Mariano Martínez Álvarez
Lic. Marcelo Núñez
Ing. Horacio Turri
Ing. Ricardo Aguirre
Cdr. Javier Gremes Cordero
Sr. Jean Marc Hosanski

Cdr. Gabriel Alfredo Sánchez
Sr. Germán Patricio Macchi
Ing. Sergio Mario Raballo
Ing. Horacio Carlos Cristiani
Lic. José Antonio Esteves (hijo)
Sr. Daniel Anibal De Nigris
Cdr. Gustavo Albrecht
Lic. Pablo Alejandro Chebli
Ing. Luis Edgardo Fredes
Ing. Margarita Esterman
Ing. Walter A. Actis
Ing. Adolfo Sánchez Zinny
Ing. Fernando Rearte
Ing. Marcelo Gerardo Gómez
Ing. Mario Lanza
Ing. Ruy Marcos Rivavitz
Ing. Juan José Mitjans
Ing. Fernando Caratti
Ing. Miguel Angel Torilo
Ing. Martín Cittadini
Ing. Ricardo Alberto Fraga
Ing. Martín Emilio Guardiola
Ing. Mariano Gargiulo
Ing. Carlos Alberto Vallejos
Sr. Marcelo Horacio Luna
Ing. Gustavo Eduardo Brambati

Alterno

Dr. Gonzalo Martín López Nardone
Ing. Fernando José Villarreal
Ing. Enrique Eduardo Roberto Smiles
Ing. José Alberto Montaldo
Sr. Diego Schabes
Ing. María Laura Carcagno
Sra. María Inés Sainz
Ing. Guillermo M. Rocchetti
Cdr. Rubén de Muria
Sr. José Luis Fachal
Dra. Gabriela Roselló
Sr. Pablo Carlos Ledesma
Dr. Luis Patricio Salado
Ing. Jorge M. Buciak
Ing. Martín Yáñez
Cont. Ricardo Armando Rodriguez
Sr. Daniel Ciaccia
Lic. Gustavo Oscar Peroni
Ing. Carlos Gargiulo
Ing. Daniel A. Santamarina
Ing. Diego Grimaldi
Ing. Jorge Meaggia
Ing. Ignacio Javier Neme
Ing. Hernán Stockman
Ing. Diego Martínez

Sr. Nino D. A. Barone
Sr. Rodrigo Espinosa
Ing. Adrián Marcelo Burtnik
Geól. Mariano González Rithaud
Sr. Iván Hansen
Ing. José María González

Vocales Suplentes

Revisores Cuentas Titulares

Revisores Cuentas Suplentes



YPF

1500 ESTACIONES

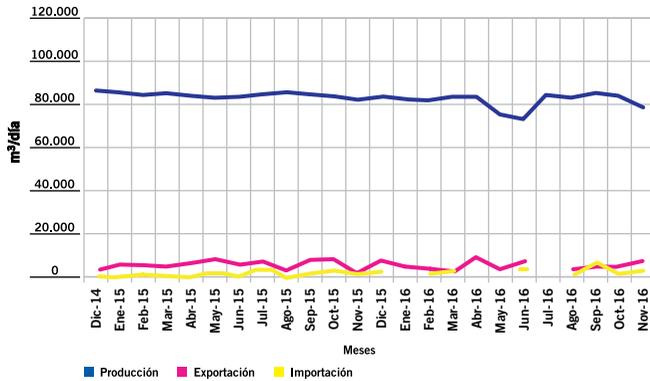
En cada viaje y en cualquier lugar del país te esperamos en nuestras estaciones. Disfrutá del servicio que sólo la red más grande del país te puede brindar.

LOS NÚMEROS DEL PETRÓLEO Y DEL GAS

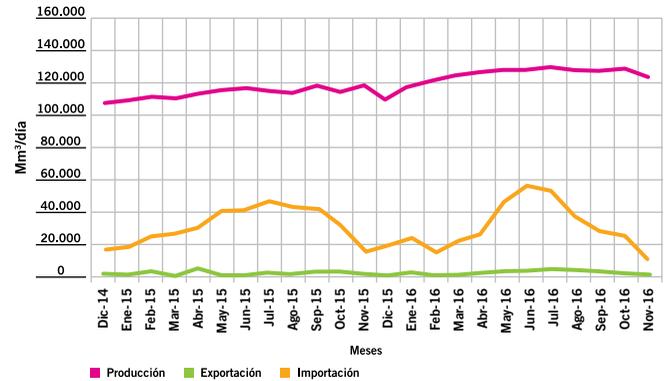


www.foroiapg.org.ar
 Ingrese al foro de la industria del petróleo y del gas

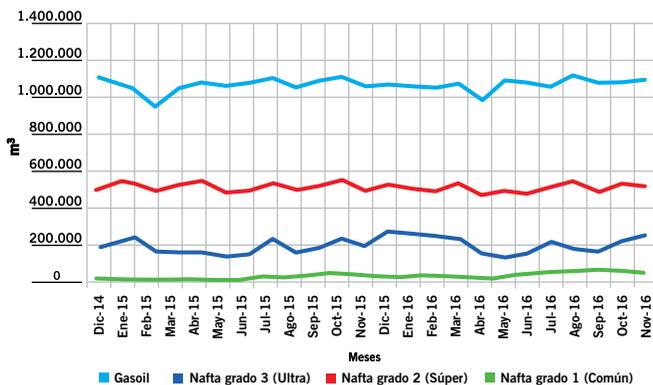
Producción de petróleo vs. importación y exportación



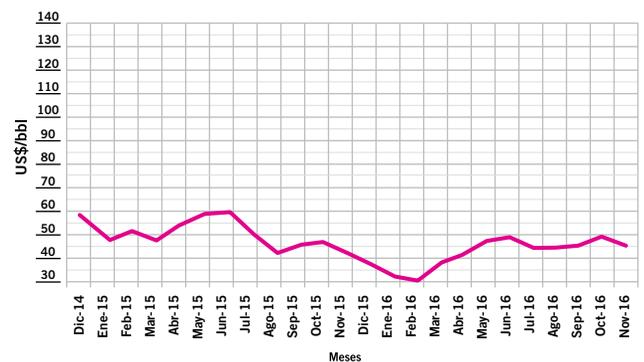
Producción de gas natural vs. importación y exportación



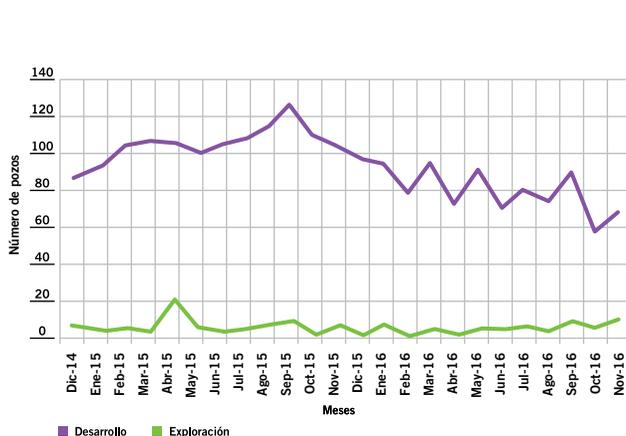
Ventas de los principales productos



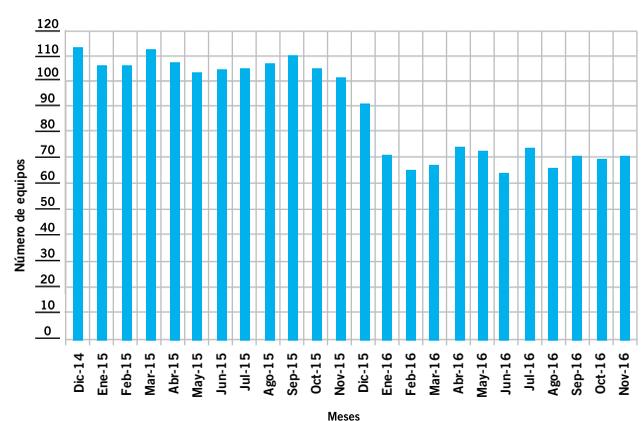
Precio del petróleo de referencia WTI



Pozos perforados



Cantidad de equipos en perforación



#MakeThingsBetter
total.com.ar

COMPROMETIDOS CON EL GAS NATURAL

Total invierte en gas natural para reducir la huella de carbono de la matriz energética global



TOTAL

COMMITTED TO BETTER ENERGY



“¿Recuerdan la película *Minority report*?”

Por **Mg. Ing. María Isabel Pariani** (Remasa S.A.) e **Ing. Alexis Airla** (Axion Energy)

En un mundo en el que la recopilación de información a través de múltiples sensores y su almacenamiento generan un mar de conocimientos que aún no explotamos al máximo, **Big Data** se presenta como la posibilidad de gestionar ese volumen descomunal de datos (almacenar, clasificar, analizar y compartirlos) a la mayor velocidad posible, sin olvidar nunca su extraordinaria variedad.

“¿Recuerdan la película *Minority report*?” fue una de las frases que simbolizaron la Jornada de Innovación Tecnológica *Big Data & Data Analytics* que se llevó a cabo el 22 de noviembre de 2016, organizada de manera conjunta por el IAPG –a través de su Comisión de Innovación– y por la Society of Petroleum Engineers de Argentina (SPE), con el patrocinio de YPF e Y-TEC. La frase se refería a la película de Steven Spielberg (2002), en la cual se planteaba una sociedad distópica cuya policía era capaz de detener a los presuntos criminales justo antes de delinquir, basándose en predicciones llamadas “precrimen”, resultantes de cruzar una gran cantidad de datos recopilados sobre esa persona.



En 1998 el informático John Mashey publicó un artículo titulado “Big Data and the Next Wave of Infrastress”¹. Allí comentaba que “el almacenamiento de datos está creciendo a un ritmo más veloz que nunca, y junto con la creciente demanda de acceso instantáneo, causará gran énfasis en la infraestructura física y humana de la informática. También habrá grandes oportunidades en la investigación y las aplicaciones comerciales, pero los problemas deben ser entendidos; y las soluciones, previstas”. Hoy, casi dos décadas después, podemos corroborar que Mashey estaba en lo cierto.

Durante el evento de 2016, la exposición realizada por la empresa Telefónica aportó datos reveladores, veamos algunos:

- Cada minuto se suben a internet 38,2 K de fotos, se envían 34,7 MM de mensajes instantáneos; se realizan 439 K de visitas a Wikipedia; y se comparten 3,3 MM de elementos en Facebook, entre otros.
- Solo en la red celular de la empresa Telefónica, en un minuto se realizan 42 K de llamadas y SMS; se transmiten 4,7 K de palabras y se inician 830 K de sesiones móviles.
- Se estima que para 2020 habrá unos 50.000 MM dispositivos conectados.

Los datos aportados por Telefónica son la evidencia de la cantidad de da-

tos que se generan durante nuestra vida cotidiana. Datos que quizás, sin darnos cuenta, aportan información sobre nuestros gustos, preferencias y comportamiento. Datos que pueden generar un mar de conocimiento no explotado y, justamente, de eso se trata Big Data: de almacenar, clasificar, analizar y compartir esa aglomeración masiva de información. Se trata de gestionar un volumen de datos descomunal a la mayor velocidad posible, considerando su extraordinaria variedad².

Si bien conocemos y podemos imaginar muchos más beneficios de estas tecnologías, siempre hay riesgos. Uno de los riesgos que surge como pregunta es “¿qué pasa con la protección de mis datos?”. Desde nuestro punto de vista, lo importante es conocer esos riesgos y pensar de qué forma mitigarlos; aspecto no menor en una era en la cual, como mencionamos, existen aglomeraciones de nuestros datos navegando por la red.

Claramente, la evolución de la recolección de información, los sensores y el almacenamiento generan un mar de conocimiento no explotado.

Tanto el uso del Big Data como del Analytics comienzan a poner a nuestra disposición indicios, tendencias y relaciones antes no identificadas, que permitirán mejorar la continuidad del negocio además de ayudarnos a alcanzar conclusiones con un sustento empírico a partir de algoritmos.





Hoy, la puerta se abre a nuevos tipos de funciones y profesionales que entiendan el procesamiento de grandes volúmenes de información y que brinden esta herramienta a los especialistas tradicionales.

Ya no se trata de información que se puede analizar en una simple hoja de cálculo, sino que el pre-procesamiento es tan central como el análisis. El desafío está planteado: solo queda empezar a “surfear”, pero con responsabilidad.



SERVIUR
tratamiento de aguas y efluentes

LOS TRES ENGRANAJES QUE IMPULSAN NUESTRA EMPRESA

ESTE PASO QUE HEMOS DADO PARA POSEER UN SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN EN EL ÁREA DE CALIDAD, AMBIENTE Y SEGURIDAD RATIFICA EL CAMINO QUE INICIAMOS EN EL AÑO 2000 CUANDO REALIZAMOS LA PRIMERA CERTIFICACIÓN DE LA ISO 9002

ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001
BUREAU VERITAS
Certification



Serviur S.A.
Amenábar 1247, Piso 1,
C1426AJU Buenos Aires
Tel. Fax: 54 11 4786-3888 L.Rot.
www.serviur.com • info@serviur.com



Nuestra gente se enriquece con sus desafíos técnicos.

La curiosidad científica y la innovación tecnológica han formado parte de la cultura de Schlumberger por más de 80 años. Reclutamos a los mejores estudiantes y a los profesionales más talentosos del mundo y fortalecemos sus conocimientos y habilidades con experiencia nacional e internacional. Con 125 centros de investigación, ingeniería y manufactura ubicados en 15 países del mundo, nuestro objetivo es brindar continuamente nuevas tecnologías para resolver los complejos desafíos de los reservorios de nuestros clientes.

Para más información visite
slb.com

Schlumberger



Como en *Minority report*, donde la acumulación de datos genera sus propias desviaciones, siempre existen los riesgos, porque los datos solo son datos: el uso que hagamos de ellos requiere de toda nuestra responsabilidad. ■

- 1 <https://www.usenix.org/conference/1999-usenix-annual-technical-conference/big-data-and-next-wave-infrastrress-problems>
- 2 http://elpais.com/elpais/2015/03/26/buenavida/1427382655_646798.html

SIAM ARCON

BOMBAS ALTERNATIVAS DE SIMPLE Y DOBLE EFECTO
DUPLEX · TRIPLEX · QUINTUPLEX

SERVICIO POST-VENTA, INGENIERÍA Y REPUESTOS.





Nuestras Bombas pueden satisfacer una amplia gama con caudales hasta 2.960 m³/día y presiones hasta 350 Kg/cm².

<p>Base Neuquén</p> <p>Emilio Bellenguer N° 3025 Pque. Industrial (Este) Tel: (54) 0299-441-3831 siam-neuquen@metales-arcon.com.ar</p>	<p>Planta Industrial</p> <p>Dr. Atilio Lavarello 2156 · Avellaneda Pcia. de Bs. As. Rep. Argentina Tel: (54-11) 4203-0011 ventas@metales-arcon.com.ar www.siam-arcon.com.ar</p>	<p>Base Comodoro Rivadavia</p> <p>Cagliero N° 112 Tel: (54) 0297-446-0802 arconcomodoro@sinectis.com.ar</p>
---	--	---





Presentando el primer tapón de fractura completamente soluble de la industria

EL TAPÓN ILLUSION® DESAPARECE PERO LOS AHORROS QUEDAN

El tapón se disuelve al igual que todas sus preocupaciones. Otras compañías manifiestan tener tapones solubles pero terminan dejando piezas de tamaño considerable en el pozo lo que genera restricciones en el diámetro interior de la cañería.

Con nuestro tapón de fractura Illusion no es necesario gastar tiempo o retrasar la producción para remover los tapones. De esta forma podemos incrementar el retorno de la inversión (ROI) del pozo y reducir el costo por barril producido (BOE).

halliburton.com/illusion

Analytics y Big Data: qué son y cómo se aplican en la industria del petróleo y del gas

Por Ing. Estanislao Martín Irigoyen (Intelligentia S.R.L.)

Se conoce como *Big Data* al conjunto de tecnologías para trabajar con grandes volúmenes de datos que, debido a su heterogeneidad, tienen grandes variabilidades y necesitan una gran velocidad de procesamiento para sustentar soluciones operables.

Hablar de Minería de Datos (*Data Mining*), *Analytics*, *Big Data Analytics* o *Fast Data Analytics* en la actualidad se ha tornado moneda corriente. Con mayor frecuencia, día a día los medios masivos de comunicación colocan alguna referencia a estas nuevas (o no tanto) disciplinas con fuerte base en tecnologías de la información y con un gran impacto en el negocio y la resolución de sus problemas más relevantes.

Si bien las industrias del Petróleo y Gas o de la Energía no son ajenas a estas tendencias, los hechos muestran que son las últimas en sumarse a esta gran ola de innovación. Una “ola” capaz de dotar al negocio de una capacidad transformadora que puede volver viables determinados procesos, que por sus costos, hubiesen resultado de aplicación impensable en épocas de precios bajos como las actuales.

Centradas en el rol de ser una gran ventaja competitiva y con muchos éxitos cosechados a lo largo del tiempo en otras industrias, la Minería de Datos o un concepto más generalista, el *Analytics*, se presenta a la industria del Petróleo, del Gas y de la Energía para aportar soluciones a los más variados problemas ayudando a optimizar procesos, minimizar incertidumbres y mejorar la toma de decisiones de los ejecutivos, geólogos, geofísicos e ingenieros de la industria.

Big Data, *Fast Data*, *Real Time* o CEP son términos asociados y de uso frecuente en la actualidad. Los mismos se encuentran ligados al *Analytics*, ya que es esencialmente esta disciplina la que realiza un uso intensivo de las características que las primeras aportan al negocio: El almacenamiento, la gestión, el procesamiento de volúmenes “monstruosos” de datos y/o el accionamiento operativo y en tiempo real (es decir ¡a la velocidad a la que el dato se produce!) se verifique en la medida que los eventos se suceden en el tiempo y según sea el caso.

Esta nota pretende abordar dichos conceptos con un conjunto de ideas y conceptos que permitan al lector un acercamiento amigable a la temática.

¿De qué hablamos cuando hablamos de *Analytics*?

Hablar de *Analytics* no es tarea fácil, ya que puede quedar muy “soft” o bien muy “techie” según quien sea el lector. Lo cierto es que *Analytics* es una disciplina con un altísimo grado de multidisciplinariedad, que involucra tanto a los sectores técnicos como a los sectores del negocio en un mismo proceso. Por lo tanto, se darán un conjunto de definiciones que aporten a todos los lectores, sin pecar en generalidades ni en especificidades.

Analytics: algunas definiciones

“*Analytics* es un conjunto de avanzadas técnicas matemáticas, de programación entera y no lineal, de estadística multivariada, de tecnologías de información, visualización de información e inteligencia artificial que aportan al analista un incremento en su capacidad de buscar y detectar **patrones ocultos** en los datos, para luego exponer el conocimiento extraído de los mismos en modelos lógico-matemáticos que permitan a los equipos de trabajo colaborar en la resolución de problemas”.

Una definición de esta índole puede ser comprendida por un usuario técnico pero lo complejo de su formulación trae aparejado el riesgo de despertar “a un soñador empedernido” que pueda pecar en la fijación de sus expectativas dejándolas por fuera de la realidad y/o de los alcances posibles de la disciplina. Una alternativa con que suelo abordar al tema, reduciendo estos riesgos es con una definición orientada a las soluciones. Con esta pueden comprenderse los alcances de la disciplina y fijarse expectativas más realistas o cercanas a las posibilidades de la disciplina en sí.

“*Analytics* es una disciplina iterativa e interactiva, que ayuda al negocio a explorar sus datos, a encontrar valor oculto en los mismos, dejando expuestos los patrones existentes en los mismos como modelos legibles y conocimiento accionable que ayuden a mejorar la rentabilidad de la empresa, ya sea por una reducción de costos apreciable, por un aumento en la eficacia y/o eficiencia de un proceso y a veces a alcanzar a ambos objetivos de conjunto”.

Si bien esta definición no es específica en cuanto al “cómo y con qué se hacen las cosas”, ofrece claridad en torno a lo que *Analytics* puede aportar, dando una idea de cómo se trabaja en esta disciplina (disciplina iterativa e interactiva) y fundamentalmente explica qué es lo esperable como producto de su implementación.

Patrones y modelos: ¿qué son?

Por “patrón” entendemos a un conjunto de elementos (datos en nuestro caso) que forman en conjunto y/o por partes una unidad diferenciada comportamiento y que se repite sistemáticamente a lo largo del tiempo y/o del espacio (Figura 1).

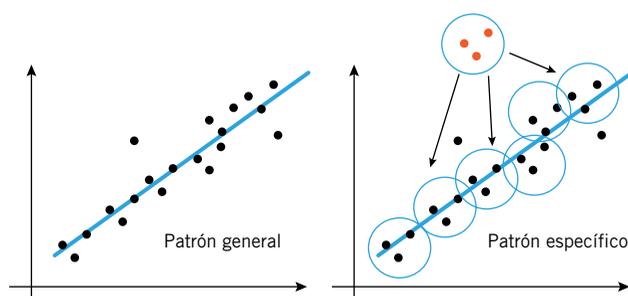


Figura 1.

Los **patrones** pueden ser de tipo correlacional, agrupativo, asociativo, secuencial y eventual, entre otros. Pueden ser patrones en una sola variable (univariados, como el conjunto de cantor) o con la participación de múltiples variables (multivariados). Los Patrones pueden ser también lineales o no lineales (Figura 2).

Por **modelo** entendemos una representación “simplificada” (para algunos) de la realidad, la cual nos ayuda a comprender un conjunto determinado de características de una situación, de un fenómeno, de un comportamiento y/o de un sistema.

Ejemplos de modelos pueden ser la ecuación de una recta de regresión, un conjunto de reglas tipo Si... EN-

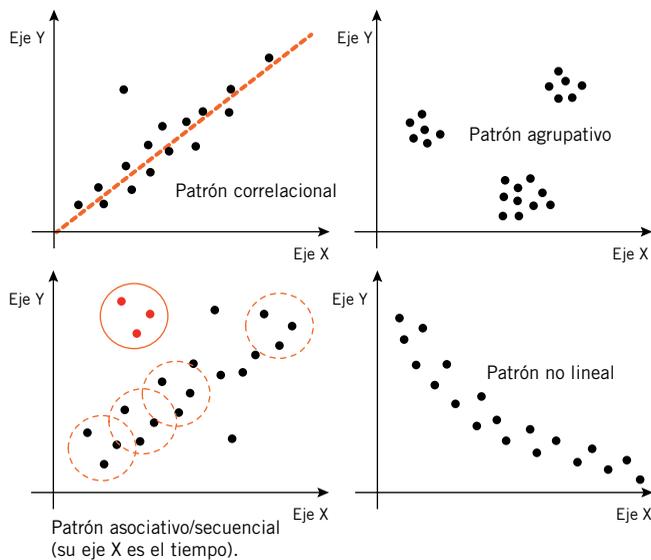


Figura 2.

TONCES..., y otros formatos más complejos, como redes neuronales o conjunto de ecuaciones (reglas y/o fórmulas matemáticas, probabilísticas y/o lógicas).

Será entonces la tarea del **científico de datos** la de adquirir, procesar y modelar características de un sistema (o de un problema en particular de dicho sistema) de manera de comprenderlo y de colaborar con otros equipos técnicos en el diseño de una solución.

Causalidad y correlación, la esencia de todo

Detrás de estas nuevas tecnologías existe un fin último: la obtención de conocimiento accionable (como manifiesta la segunda definición de *analytics*).

Si bien estas herramientas nos ayudan a analizar información y a encontrar patrones en los voluminosos conjuntos de datos de las organizaciones, hasta el momento no pueden reemplazar el poder de razonamiento de un ser humano.

Un algoritmo permite detectar y exponer patrones y/o correlaciones que en esencia se manifiestan como comportamientos conjuntos y/o regulares en una o más variables que miden un proceso o fenómeno. Por otro lado, un algoritmo no puede atribuir estos comportamientos a una causa o concluir que ese comportamiento sea efecto de una causa previa en particular.

Las técnicas de *analytics* permitirán encontrar relaciones entre los datos, sin tener el poder de contextualizar y establecer una relación causal.

Mientras que una relación causal puede utilizarse para realizar predicciones y deducciones, una relación correlacional no. Si existe causalidad, habrá correlación pero no a la inversa, pero es posible la existencia de una relación correlacional, producto de una casualidad pura o de un comportamiento complejo e indirecto, que puede cambiar en cualquier momento. Mientras que una relación causal permite establecer una generalización, una relación correlacional no lo permite y un cambio en una condición (endógena o exógena) puede romper esa relación.

Este punto es quizá el más importante de todos al momento de analizar resultados, ya que puede cambiar una situación que se presenta a priori como un gran éxito, en un fracaso rotundo.

A continuación veremos algunos ejemplos para aclarar este concepto.

Caso I. El consumo de carbón y su relación con las enfermedades respiratorias

Este caso fue presentado a principios del siglo XX en

BIG DATA & ANALYTICS



www.spotfire.com.ar

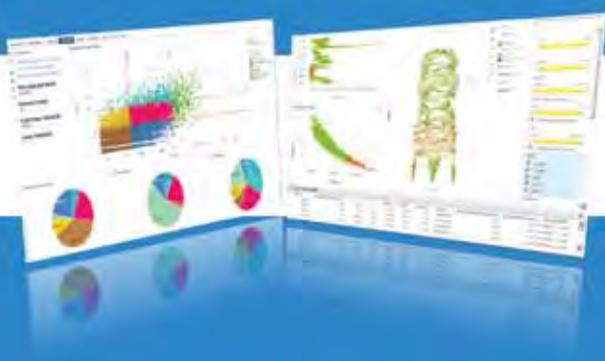
- Análisis Predictivo.
- Seleccionar correctamente capas a fracturar en reservorios convencionales y NO convencionales.
- Detectar fallas en electrobombas antes de que ocurran.
- Minimizar tiempos no productivos en perforación.

- Tableros de control de producción.
- Pronósticos de producción asertivos.
- Visualización de Información al Instante.



Intelientia
INTELIGENCIA ANALÍTICA

Av. Rivadavia 986 - Piso 10 (1002)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina
Tel: (+5411) 3220-4357/58
web: www.intelientia.com.ar
e-mail: info@intelientia.com.ar





La única empresa local y una de las pocas de la región que integra todas las fases de un proyecto desde su conceptualización hasta su operación y mantenimiento, a través de sus 4 unidades de negocio:

INGENIERÍA

Contamos con especialistas en todas las disciplinas para el diseño de plantas, desde la ingeniería básica hasta la de detalle.

FABRICACIÓN

Somos la planta de calderería pesada más importante y mejor equipada del país.

CONSTRUCCIÓN

Especialistas en proyectos de alta complejidad, con equipos propios para la ejecución y logística de los mismos.

SERVICIOS

Somos uno de los principales prestadores de O&M en el rubro del O&G de la Argentina.

aesacom.ar



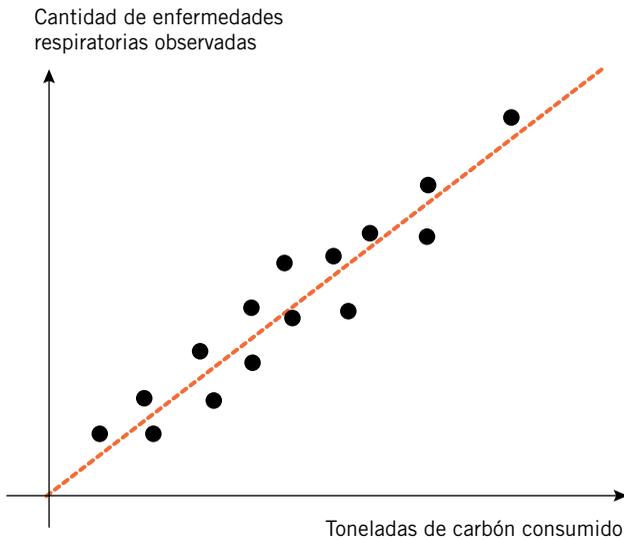


Figura 3.

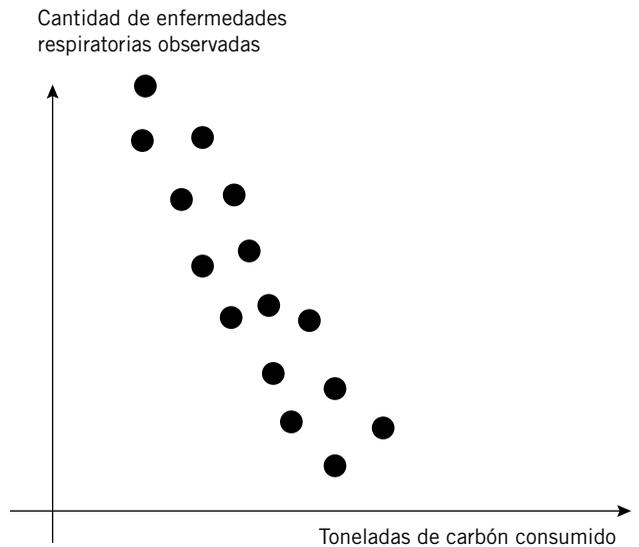


Figura 4.

Londres, en los albores de la estadística y de la visualización de información, los investigadores entusiasmados con las técnicas y los avances al momento pudieron observar una relación que podría ayudar a la definición de políticas públicas de salud. El resultado obtenido versaba más o menos así: “Hemos logrado determinar que el incremento en el consumo de carbón es un factor de alto impacto en la salud pública de nuestra región. Nuestros científicos han determinado que dicho incremento produce un incremento en la cantidad de enfermedades respiratorias observadas”.

Por supuesto que una conclusión de tal impacto fue acompañado de un gráfico que “prueba” dicha ley (Figura 3).

Fue una decisión política de aquel entonces, normar restrictivamente el consumo de carbón en la región. El resultado fue algo inesperado: hospitales y sanatorios sobrecargados de gente con enfermedades respiratorias (Figura 4).

El motivo de ese fracaso fue que los analistas no contemplaron las relaciones causales inherentes al problema y no consideraron un factor endógeno a la problemática tratada: la temperatura ambiente.

Un análisis contextual que atribuya correctamente las relaciones causales inherentes hubiesen dado un veredicto distinto: al bajar la temperatura ambiente se produce un incremento en el consumo de carbón debido a las necesidades de calefacción mientras que, al mantener cerrados los ambientes debido al frío, las defensas se reducen y la calidad del aire que se respira se empobrece aumentando el número de contagios de enfermedades respiratorias. En la figura 5 se muestra un diagrama causal que explica la relación entre las variables que generó la correlación espuria observada en los datos.

Caso II. El origen de un mito pintoresco

Siguiendo el mismo razonamiento, pero unos años antes, en Inglaterra, algunas observaciones indicaron que en las localidades en las que se observaban más cigüeñas, también se observaban más nacimientos.

La conclusión pintoresca fue el mito conocido por todos: a los niños los traen las cigüeñas.

Por supuesto que un análisis causal rápidamente pudo descartar a la relación espuria existente: En ciudades más grandes, hay una mayor cantidad de nacimientos (hay más personas). A su vez en ciudades más grandes hay más altillos y cúpulas, sitios en los que anidan las cigüeñas y, por ende, en ciudades más grandes habrá más cigüeñas.

Será entonces una tarea conjunta de los científicos de datos y de los analistas del negocio analizar los resultados para establecer las relaciones de causalidad y transformar así los patrones encontrados en conocimiento accionable. Esta es la finalidad de la implementación de técnicas de *analytics* en una organización.

Lo inmenso, lo rápido y lo complejo

Con el advenimiento de las nuevas tecnologías, en los últimos años se han producido y almacenado en las organizaciones más datos que en toda la vida de nuestra civilización. El ritmo de generación, producción y aceleración en la generación de nuevos datos es vertiginoso. Conti-

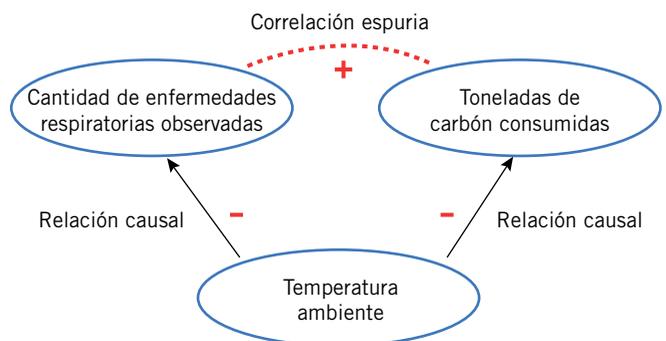


Figura 5.



a. marshall moffat®

SINCE 1952

UN SOLO TEJIDO IGNÍFUGO PARA TODAS LAS NECESIDADES, UN DISEÑO PARA CADA EMPRESA

ARCO ELÉCTRICO • FLAMABILIDAD • SOLDADURA • SALPICADURA DE METALES FUNDIDOS



INDURA
Ultra Soft

Cumpliendo con las siguientes Normas:

NFPA 70E | NFPA 2112 | EN 531 | EN 470 | IRAM 3878:2000



A. MARSHALL MOFFAT S.A.
ISO 9001:2000
A 16785

Sucursales propias en:

ARGENTINA

VENEZUELA

BRAZIL

CHILE

USA

CONSULTAS TÉCNICAS
0800-222-1403

Av. Patricios 1959 (1266)
Capital Federal - Buenos Aires
www.marshallmoffat.com

(011) 4302 - 9333 - Cap. Fed.

(011) 4343-0678 - Centro

(011) 5952-0597 - Bahía Blanca

(0299) 15405-4479 - Neuquén

(0297) 154724383 - Cdo. Rivadavia

nuamente salen nuevos sitios, aplicaciones y herramientas que producen datos.

Hasta hace un par de décadas, los datos históricos, por fuera de lo operativo, eran considerados “basura digital”. El surgimiento masivo del *analytics* cambió paulatinamente esta mirada y trajo aparejada la percepción de que esos datos no era basura, sino que podrían transformarse en un gran valor para la empresa si podía extraerse conocimiento de ellos. Entonces estos datos comenzaron a almacenarse, sus volúmenes crecieron exponencialmente y plantearon nuevos desafíos.

¿Cómo hacer entonces para no perder ese valor que posiblemente se encuentre oculto en ellos? ¿Cómo hacemos para explotar semejantes volúmenes de datos? ¿Cómo hacemos para procesarlos y para actuar con base a ellos cuando lo necesitamos o incluso en el mismo momento en que se producen?

El desarrollo cotidiano de nuevas tecnologías de información ofrece casi diariamente respuestas, mejoras y alternativas con el fin de mejorar estos puntos y resolver los problemas planteados. Con el objetivo de comunicarlos adecuadamente, las empresas y los desarrolladores les han puesto nombres pomposos: *Big Data*, *Real Time Analytics*, *Fast Data*, *Analytics* y CEP (Procesamiento de Eventos Complejos), entre otros.

Entendemos por *Big Data* al conjunto de tecnologías desarrolladas para trabajar con grandes volúmenes de datos, los que, debido a su heterogeneidad inherente, tienen grandes variabilidades que provienen de una gran variedad de fuentes de datos posibles, las cuales pueden ser estructuradas y no estructuradas, necesitando de una gran velocidad de procesamiento de manera tal de poder sustentar a soluciones operables dadas estas características.

Esta es una de las definiciones posibles para *Big Data* y se la denomina la definición de las cuatro V, por volumen-variabilidad-variedad-velocidad mencionadas en su definición. No es la única, pero es una de las más acuñadas y citadas en la bibliografía.

A modo de referencia, hablar de *Big Data* implica hablar de decenas de Gigabytes a Tera, Peta y/o hasta *Zettabytes* de datos a ser procesados por los sistemas.

Los términos *Fast Data Analytics*, *Real Time Analytics* y/o CEP apuntan a la temporalidad de los eventos y a su procesamiento **en el momento en que el dato es generado**. El valor de tomar una decisión en el momento en que el dato (oportunidad, problema, accidente, etc.) se produce suele ser mucho mayor que actuar a posteriori, ya que se minimiza el impacto de lo negativo y/o se gana por el efecto de una respuesta inmediata.

Un ejemplo claro es la ejecución de una acción correctiva ante la ocurrencia de un derrame de fluido y/o en una situación con riesgo de incendio antes y/o durante la aparición del fuego. Si a una herramienta de *Fast Data* (tal como TIBCO *Streambase*) le llegan las señales de determinados sensores, y las características medidas determinan una alta probabilidad de ocurrencia de un evento no deseado, la herramienta de *Fast Data* puede definir y/o ejecutar una acción que corte un flujo y/o detenga un bombeo, enviando una notificación de alarma a un operador y/o iniciando

alguna acción automática de sofocación si existen actuadores que permitan estas acciones. Otro caso de uso puede ser la detección temprana de una falla (en una electrobomba sumergible, por ejemplo), procesando la información proveniente de sensores, para alertar tempranamente a un operador y que el mismo inicie las acciones de mantenimiento predictivo y preventivo correspondientes. El valor aportado a una operación puede ser inconmensurable.

Metodología IVEMIS-ia®: Una estrategia orientada a la resolución de problemas basada en datos

A lo largo de mis 20 años como Científico de Datos me he encontrado con una gran cantidad de problemas a sortear en pos de implementar soluciones de manera eficiente y efectiva.

Uno de los problemas con los que me he encontrado en las implementaciones de *Analytics* es que el cliente no contaba con una cultura de análisis de información y producción de conocimiento. Al no contar con esta cultura, tampoco contaba con una metodología de trabajo a tal fin y menos aún con métricas que permitan al negocio medir los resultados obtenidos y cuantificar el grado de mejora obtenido.

En ese sentido, el primero de los puntos que debe comprender una organización es que *Analytics* es un **proceso** muy bien definido, con etapas claramente determinadas y que dicho proceso cumple con reglas generales que pueden sistematizarse en una metodología.

Metodologías marco hay varias. No todas son completas y algunas están sesgadas a solo una parte del proceso en sí. Presento aquí una metodología propia, desarrollada durante mis años de experiencia en la temática y que comparto públicamente bajo licencia GPL⁽¹⁾: “**IVEMIS-ia**®”.

IVEMIS-ia® es un acrónimo que resume los pasos de la metodología: “identificar-valorar-entender-modelar-im-

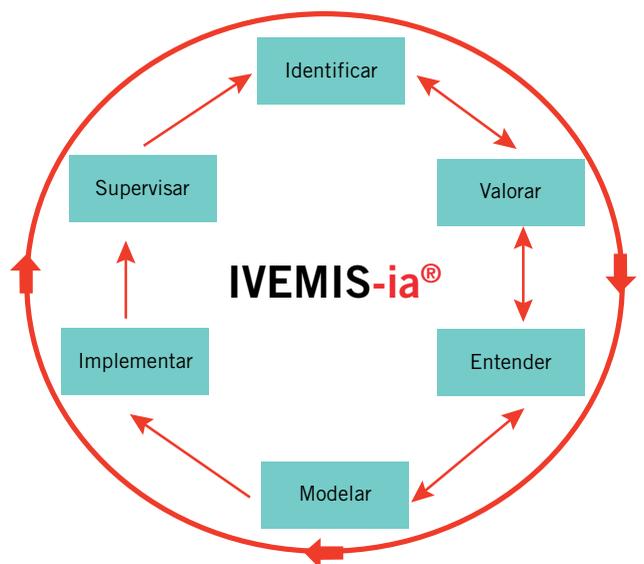


Figura 6.

DESDE HACE MÁS DE 15 AÑOS, REFERENTE EN LA INDUSTRIA DEL GAS Y LA PETROQUÍMICA



Compañía Mega es una empresa argentina que opera desde abril del 2001. Tiene como eje principal del negocio agregar valor al gas natural a través de la separación y el fraccionamiento de sus componentes ricos en etano, propano, butano y gasolina natural. El etano, constituye la principal materia prima de la industria petroquímica argentina, y se utiliza el resto de los componentes líquidos (propano, butano y gasolina natural) para otros mercados.

www.ciamega.com.ar



BUENOS AIRES

San Martín 344, 10º piso
Ciudad Autónoma de Bs. As.
C1004AAH
Tel.: (54-11) 5441-5746/5876
Fax: (54-11) 5441-5731/5872

PLANTA LOMA LA LATA

Ruta Provincial 51, Km. 85
Loma La Lata Q8300XAD
Provincia de Neuquén
Tel.: (54-299) 489-3937/8
Fax: (54-299) 489-3937 int. 1019

PLANTA BAHÍA BLANCA

Av. del Desarrollo Pte. Frondizi s/n
Puerto Galván B8000XAU
Provincia de Buenos Aires
Tel.: (54-291) 457-2470
Fax: (54-291) 457-2471

plementar-supervisar”, cada una de estas etapas son partes constitutivas del proceso definido como un círculo de mejora continua (Figura 6).

En detalle, cada una de las etapas de IVEMIS-ia® mostradas en la figura 6 son las siguientes:

Identificar: detectar y/o tener la presunción de la ocurrencia de un problema en el negocio y/o en un proceso en particular. En esta etapa se debe detectar y/o presumir la ocurrencia de un problema por tratar y una vez hecho esto debe definirse al problema con claridad, mediante una declaración explícita.

Valorar: cuantificar el impacto de la resolución del problema. En esta etapa deben realizarse estimaciones sobre el impacto económico actual del problema (directo e indirecto), debe estimarse el valor aportado por una solución basada en *Analytics* a fin de poder fijar las expectativas en la solución plausible de ser obtenida y debe estimarse una relación costo/beneficio del proyecto en sí. En este punto se recomienda seguir un criterio de subordinación, tomando como primer objetivo la producción de valor y/o beneficio (por ejemplo, facturación), siguiéndolo por un pensamiento de reducción de costos y mirando por último al ROI del proyecto.

Entender: comprender y contextualizar el problema que será tratado. En esta etapa, los analistas deben determinar el GAP existente analizando la disponibilidad y la calidad de los datos, la disponibilidad de plataformas de almacenamiento, procesamiento y modelado analítico y el GAP “cultural y/o intelectual” de los RRHH de la organización. Deben evaluarse riesgos y mitigantes del proyecto, realizarse una adecuada contextualización del problema, comprenderse la naturaleza del mismo en cuanto a las reglas y/o naturaleza física del problema, las limitaciones existentes, las exclusiones necesarias de ser realizadas para la obtención de un modelo explicativo adecuado. También, deben determinarse la necesidad y la pertinencia (o no) de realizar muestreo sobre los datos, la estrategia de modelado y debe definirse la tarea analítica que será aplicada.



Figura 7.

En este punto resulta útil especificar que las tareas que ofrece *Analytics* pueden resumirse en tres grandes categorías como se muestra en la figura 7.

En esta etapa deben definirse el objetivo técnico que será analizado, preseleccionarse el o los algoritmos que se utilizarán, determinarse el volumen de datos necesario para el modelado, definirse las métricas de evaluación junto a un criterio que determine el éxito o no de un modelo en particular, además deben explorarse los datos disponibles y definirse de manera precisa la estrategia de procesamiento de datos que se llevará a cabo.

Como puede apreciarse, esta etapa es clave en relación con el éxito de un proyecto de *Analytics*.

Modelar: desarrollar y validar la solución analítica. En esta etapa debe implementarse la estrategia de procesamiento de datos integrando las fuentes de datos necesarias, construyendo atributos, categorizando variables, aplicando filtros y exclusiones adecuadas al fin perseguido.

Es aquí donde previo al modelado deben seleccionarse las muestras para entrenamiento y testeo de los modelos, ajustarse los algoritmos a los datos y, por último, validarse los resultados.

En este punto es preciso aclarar que las validaciones de un modelo deben tener en cuenta varios factores, a saber:

- Ajuste y precisión: capacidad de reducir la incertidumbre.
- Poder de discriminación y elevación: capacidad de separar.
- Ordenamiento: capacidad de un modelo probabilístico de ordenar los datos.
- Estabilidad: reproducibilidad entre distintas muestras. Poder de generalización.
- Interpretabilidad y/o coherencia semántica: confirmar una hipótesis causal.

El resultado de esta etapa es un modelo analítico que será utilizado para abordar la resolución del problema tratado.

Implementar: en esta etapa se pone en producción la herramienta analítica desarrollada, informándose los resultados de la misma.

Supervisar: en esta etapa se controla continuamente el correcto funcionamiento de la solución desarrollada, revisando la estabilidad, el poder de discriminación y de ordenamiento del modelo, así como su precisión. Se suelen tomar aquí decisiones relativas a cambios de puntos de corte en clasificación y/o a la necesidad de re-ajuste o re-desarrollo del modelo productivo. Esta etapa es la que se encarga de gestionar el ciclo de vida del modelo y/o del conocimiento adquirido, además, es el fin de la iteración del proceso y muchas veces el comienzo de una nueva iteración de valor.

Las tareas y técnicas del *Analytics*: una parte del abanico de posibilidades y de herramientas disponibles

Como he mencionado, en el momento de modelar es menester determinar primero que tarea analítica debe ser llevada adelante para la consecuente resolución del problema.

De manera general, los enfoques de *Analytics* pueden ser separados en tres grandes grupos: las tareas descriptivas, las tareas predictivas y las tareas de pronóstico.

ULTRA LIVIANOS



PUNTERA DE ALUMINIO
40% MAS LIVIANA



**UNA NUEVA PERSPECTIVA
DE LAS COSAS.**
NUEVO MODELO CITY

LA CIUDAD ESTÁ CAMBIANDO.

FUNCIONAL
CALZADO DE SEGURIDAD

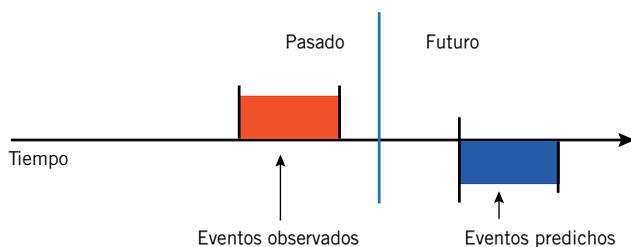


Figura 8.

Las tareas descriptivas o no supervisadas tienen como fin encontrar patrones y/o propiedades generales existentes en tabla de datos analizada y como fruto de estas tareas descriptivas se espera descubrir características importantes ocultas en los datos de un problema y/o de un proceso.

Dentro del abanico de algoritmos disponibles para cumplir las distintas tareas descriptivas nos encontramos con los estadísticos descriptivos, los distintos gráficos y tablas en la visualización de la información, los algoritmos de reducción de dimensionalidad, como el PCA, el análisis factorial o el ICA. Los algoritmos de segmentación, como K-Medias, *Clustering* jerárquico y/o Mapas Auto Organizados (Redes Neuronales de Kohonen) o los algoritmos APriori o FP-Growth para problemas de asociación o de secuencias.

Un ejemplo de tarea descriptiva es la interpretación automática de un conjunto de variables petrofísicas obtenidas de archivos LAS (LOG FILES) para la determinación de Facies (electrofacies, por ejemplo) utilizando técnicas de segmentación.

Las tareas predictivas o supervisadas apuntan a explicar un comportamiento en particular (problemático o no). En estas tareas se entrena un modelo utilizando los datos recolectados con anterioridad sobre la ocurrencia de un problema y/o evento en particular, para hacer luego predicciones futuras sobre la ocurrencia de dicho problema y/u objetivo (Figura 8). De manera general, la predicción nunca será 100% precisa, importando mucho en estos casos el rendimiento del modelo analítico cuando es aplicado a nuevos datos.

El abanico de algoritmos predictivos disponibles es muy grande, y se amplía cotidianamente. Podemos hablar de regresiones múltiples, *splines*, redes neuronales o árboles de regresión para problemas de estimación o regresiones logísticas, árboles de clasificación, algoritmos de inducción de reglas, máquinas de soporte vectorial (SVM), algoritmos bayesianos (Naive Bayes, por ejemplo) y redes neuronales de clasificación, entre muchos otros.

Algunos ejemplos de modelos predictivos pueden ser la selección de pares pozo-capas, en la cual realizar un punzado y posterior fractura hidráulica, considerando que la misma tenga alta posibilidad de ser productivamente eficiente y/o la predicción del surgimiento de eventos de fallas y/o desperfectos en electrobombas sumergibles, teniendo la información de producción y de los sensores previa al surgimiento del evento.

Por último, las tareas de pronóstico implican una mirada a futuro y en las cuales la variable tiempo desempeña

un papel explícito en el desarrollo y la formulación del modelo en sí.

Como modelos de pronósticos podemos hablar de modelos de suavizado exponencial, modelos de *Holt Winters*, modelos ARMA/ARIMA, ARCH, GARCH univariados o multivariados, o redes neuronales de estimación, las cuales suelen funcionar bien en problemas de pronósticos.

Ejemplos de modelos de pronósticos pueden ser el *forecasting* de producción de un pozo, batería y/o yacimiento o bien el pronóstico de precios del barril de crudo, del consumo de MW hora en una fecha en particular y/o el precio de la soja en el mercado de commodities a una fecha determinada.

Es menester destacar en este punto, que en la selección de algoritmos para el modelado, siempre debe seguirse una regla fundamental: la regla de la navaja de Ockham.

Regla de la navaja de Ockham: en igualdad de condiciones, la explicación más sencilla suele ser la más probable y, por ende, es la que debe ser seleccionada.

Los nuevos roles en la empresa

Uno de los grandes problemas con que se encuentra una organización al iniciar un proceso de implementación de *Analytics* es el de los recursos humanos necesarios.

Estas disciplinas han traído aparejado nuevos retos desde este punto de vista a las organizaciones, ya que las áreas de recursos humanos deben lidiar con perfiles hasta el momento por ellos desconocidos y fundamentalmente pasar de un pensamiento de especialización a uno de multidisciplinariedad.

En *Analytics* deben convivir hoy perfiles de los más variados, los que son muy difíciles de encontrar en un solo colaborador.

A modo de ejemplo, el colaborador ideal en *Analytics* sería alguien que tenga fuertes conocimientos en ciencias duras (Física, Matemática, Estadística, Inteligencia artificial, etc.), amplios conocimientos en bases de datos y tecnología, un gran conocimiento del negocio y sus disciplinas asociadas. En resumen, un perfil que podríamos llamar: la figurita difícil.

La alternativa a esta "figurita difícil" es la de conformar un equipo multidisciplinario que conjugue entre distintos RRHH, las distintas capacidades y que sea liderado por un RRHH que gestione la sinergia entre los distintos roles.

Un equipo así puede quedar conformado, al menos, por un analista funcional, encargado de establecer el vínculo con el negocio, por científicos de datos quienes se encargaran del desarrollo de las soluciones basadas en *Analytics* y por un interlocutor que gestione la relación con IT (con los administradores de sistemas, seguridad informática y de bases de datos).

Como es comprensible, surge entonces un nuevo rol en el nivel gerencial o directivo y es el rol de quien debe gestionar a un equipo de estas características: el CAO (Acronismo de *Chief Analytics Officer*) o Gerente de Soluciones Analíticas y/u el CDS (Acronismo de *Chief Data Scientist*).

El CAO es el gerente y/o director que deberá:

- Gestionar la interrelación con las áreas de negocio trabajando y operando internamente con el fin de alcanzar una nomenclatura única, corporativa y transversal a todas las áreas, sectores y colaboradores (un lenguaje único dentro de la organización para referirse a la información, a los problemas y a sus soluciones).
- Gestionar la capacitación de los recursos humanos de manera que los usuarios del negocio, los recursos de IT y los científicos de datos hablen “en un mismo lenguaje” sobre las necesidades y la oferta de soluciones posibles.
- Gestionar los presupuestos del área, encargarse de la difícil tarea de minimizar la rotación de los científicos de datos (cada vez más demandados por cierto).
- Elevar propuestas de mejoras para incorporarlas en la estrategia de la empresa.
- Gestionar la implementación, una metodología para Analytics como estrategia para el agregado de valor en el nivel organizacional.
- Gestionar la difusión interna de las nuevas capacidades adquiridas por la organización encargándose de “vender y/o propagandizar” internamente los logros y los resultados obtenidos por el equipo, con el fin de acompañar el proceso de aprendizaje y de acelerar internamente adopción de *Analytics* a la cultura organizacional. ■

Estanislao Martín Irigoyen es Socio Gerente en INTELIGENTIA S.R.L., empresa dedicada al desarrollo e implementación de Soluciones Analíticas y representante regional de la Plataforma Analítica TIBCO Spotfire. Se ha desempeñado como analista en Inteligencia de Negocios, Inteligencia Artificial y Data Mining en el equipo de Exploración de Datos Internacional Health Services Argentina, como Consultor y Docente en Estadística y Data Mining en SPSS Argentina y como consultor en SAS Institute Argentina.

En su tarea como consultor ha implementado soluciones basadas en Data Mining y Analytics en una gran variedad de industrias, como Petróleo/Gas y Energía, Manufactura, Agro Negocios, Retail, Farmacéutica, Bancario/Financiera, Salud, Telefónicas, Seguros y Medios, etc.

Académicamente ha sido docente auxiliar en carreras de grado en la Universidad de Buenos Aires en materias de Ciencias físicas, Ciencias económicas y en materias de Data Mining e Inteligencia artificial. Ha sido docente en diversos programas de extensión y postgrado en el

IAE, en la UAI y en la UB en temáticas de Analytics y Big Data. Además, se ha desempeñado como investigador y desarrollador de tecnologías en el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), como Becario de Investigación en la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC) y en la Fundación Techint/UBA.

- (1) GPL: Licencia de uso libre con obligación de mención pública del autor de la metodología.

Knowledge is power

Complete drill string lifecycle management

From beginning to end we give you total asset control and a never-before-seen view of your drill pipe.

Start making better informed decisions on inspection, maintenance, repair, and the purchase of new pipe with real-time data obtained from TracID™, the **field-proven** RFID technology that has been successfully installed and deployed in over 40,000 drill string components.

As your single source for premium drill string products and solutions, Grant Prideco™ and Tuboscope™ help you reduce total cost of ownership by increasing drill pipe life and improving asset management programs.

NOV Wellbore Technologies

El camino hacia una **explotación de datos sostenible**

Por *Ing. Gonzalo Mallo, Ing. Pablo Durante, Ing. Alejandro Bascur,*
Ing. Eduardo Zenon García (Pampa Energía),
e *Ing. Estanislao Irigoyen* (Intelligentia S.R.L.)

Este trabajo, seleccionado entre los que se presentaron en la Jornada de Innovación Tecnológica Big Data & Data Analytics, busca explicar las etapas necesarias para alcanzar de manera sostenible la explotación y la gobernanza de datos en la disciplina de E&P, con el objetivo particular de la selección de pozos a ser fracturados para maximizar la producción acumulada. Se destaca la importancia que para alcanzar el objetivo se debe disponer de la mayor cantidad de datos e información posibles y contar con la ayuda de un equipo interdisciplinario.

El crecimiento exponencial de los datos y la gran variedad de aplicativos de negocios enfrentan a los analistas de negocios al desafío de utilizar de manera eficaz y eficiente los datos producidos, en pos de optimizar el proceso de toma de decisiones basado en información precisa y el conocimiento accionable que permitan mejorar el retorno de inversión de los proyectos.

La industria del petróleo y gas no es una excepción a esta regla, contando con un gran volumen de datos, con una amplia variedad de aplicativos, procesos y necesidad de toma de decisiones que implican muchas veces la ejecución de presupuestos importantes.

Esta situación en su conjunto genera una complejidad en los procesos de decisión.

El objetivo de este trabajo es definir un proceso y las etapas necesarias para alcanzar una explotación y gobernanza de datos sostenible en la disciplina de E&P. Particularmente se trabajó sobre el objetivo puntual de la generación de sugerencias para la selección de pozos por fracturar que logren maximizar la producción acumulada de hidrocarburos a modo de ejemplo de aplicación.

De manera general el proceso definido en este trabajo consta de las siguientes etapas:

- Definición de un equipo de trabajo multidisciplinario.
- Determinación de las necesidades del negocio.
- Selección de estándar de almacenamiento.
- Definición de la metodología para la explotación de datos.
- Selección de las plataformas tecnológicas que soporten el proceso.
- Implementación de las interfaces de integración y procesamiento.
- Desarrollo de modelos analíticos.
- Integración del producto desarrollado en el proceso de toma de decisiones.

Base integrada

La base integrada centraliza los datos de las diferentes fuentes de una forma estandarizada y consolidada de manera de cumplir con dos objetivos básicos: satisfacer las necesidades del negocio de E&P y ser un repositorio único de datos.

PPDM

PPDM (*Professional Petroleum Data Management*) es un estándar definido y creado por la *PPDM Association* para ayudar a las empresas de gas y petróleo a administrar sus datos de exploración y producción.

PPDM *Data Model* es un modelo de datos relacional robusto diseñado por expertos en distintas áreas de aplicación de la industria del petróleo, profesionales del *data management*, desarrolladores de soluciones, entes reguladores, etcétera, que atiende 53 temáticas diferentes de la industria y cubren así un espectro muy amplio.

ETL

El término ETL (*Extract, Transform & Load*) se refiere al proceso de extracción de datos de sus fuentes originales, transformación de los mismos con el fin de adecuarlos al formato definitivo, y finalmente cargarlos en la base de datos destino (Figura 1).

Inteligencia analítica

Esta especialidad es el resultado de la confluencia orgánica de diferentes disciplinas, como la estadística, el aprendizaje automático, la visualización de información, la optimización matemática y bases de datos (Figura 2a).

Alternativamente se define como el proceso que tiene

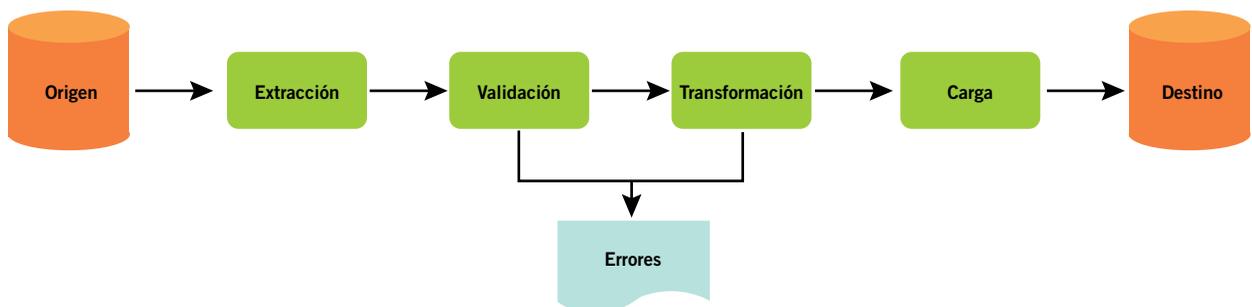


Figura 1. Diagramado del proceso de ETL.

como finalidad “explotar” los datos almacenados en los sistemas de la empresa, “extraer” patrones estables allí ocultos, “expresarlos” en modelos legibles, operativos y accionables para luego “transformarlos” en conocimientos del negocio que mejoren la rentabilidad del mismo.

Las técnicas empleadas en esta especialidad son co-

técnicas de segmentación y/o de reducción de dimensionalidad, asociación y pronósticos, entre otras (Figura 2 a).

Estas técnicas son empleadas para resolver problemas enmarcables en las siguientes tareas:

- Segmentación
 - Clasificación
 - Estimación
 - Asociación y secuenciación
 - Pronóstico
 - Visualización
- Ver figura 2 b.

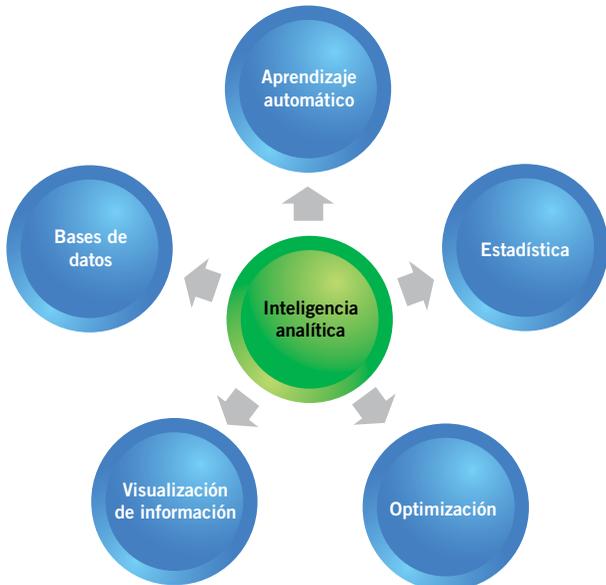


Figura 2a. Componentes de la Inteligencia analítica.

múnmente técnicas de predicción y descripción de datos, como regresiones lineales y logísticas, árboles de clasificación y regresión, redes neuronales, algoritmos bayesianos,

CRISP-DM

Acronimo de *Cross Industry Standard Process for Data Mining*. Se trata de un modelo de proceso de minería de datos que describe los enfoques comunes que utilizan los expertos en esta materia.

La metodología se compone de las siguientes instancias:

- Comprensión del negocio: entender el objetivo y el problema por resolver.
- Comprensión de los datos: conformar un equipo de interdisciplinario que nos permita entender las variables que intervienen en la solución del problema.
- Preparación de datos: el arte y la clave del éxito en el desarrollo de modelos analíticos.
- Modelado: representación simplificada de la realidad que nos permite comprender algunos aspectos de un determinado problema (por ejemplo, ecuaciones, reglas generales o puntuales, diagramas, etc.).
- Evaluación: la validación de que el modelo funciona.
- Implementación: la puesta en producción, el punto donde se genera valor.

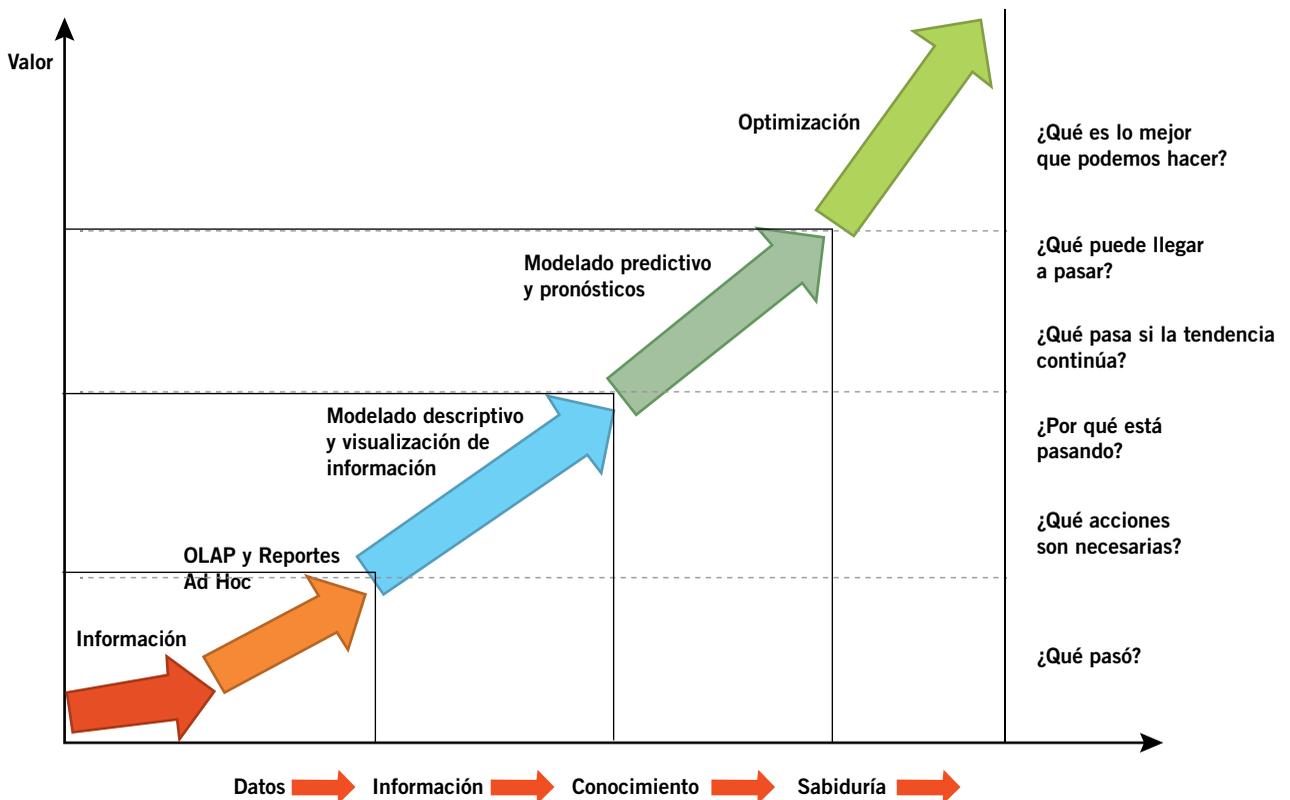


Figura 2b. Evolución del valor aportado por el análisis de datos.



Al servicio de la industria energética.



- Operación y Mantenimiento
- Laboratorio de Metrología
- Planificación e Inspección
- Mediciones Ambientales
-

EMPRESA NEUQUINA
DE SERVICIOS DE INGENIERÍA S.E.
www.ensi.com.ar

📍 Ruta 237 Km. 1278 - Arroyito - Neuquén
C.C. 636 (Q8300) Neuquén - República Argentina
☎ Tel: +54 - 299 - 449 4100

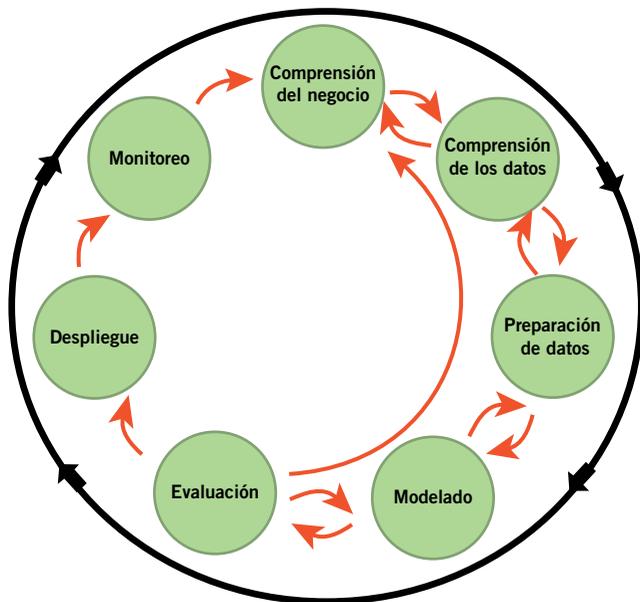


Figura 3. Metodología CRISP-DM adaptada.

- Monitoreo: el proceso de control (el modelo, ¿funciona aún?). Ver figura 3.

Desarrollo

Definición de un equipo de trabajo multidisciplinario

En PAMPA ENERGÍA S.A. conformamos un equipo multidisciplinario integrado por personas con distintos perfiles, entre ellos, ingenieros de reservorios y producción, gestores de datos, consultores funcionales, ingenieros en sistemas y especialistas en Inteligencia analítica.

Determinación de las necesidades del negocio

El punto de partida de este estudio, definido por el equipo de trabajo, fue la búsqueda de una solución que se adecue a la satisfacción de las necesidades relevadas del negocio, entre ellas:

- Contar con una metodología de explotación de datos.
- Establecer la gobernanza de datos.
- Disponer de una solución técnica y funcional para el problema de calidad de datos.
- Contar con un repositorio de datos único y centralizado.
- Unificar el lenguaje con una nomenclatura estándar.
- Dar soporte al proceso de toma de decisiones.
- Disponer de los Key Performance Indicators (KPIs) en tiempo y forma.

De manera puntual y con el fin de evaluar tanto herramientas como metodología se eligió para el proyecto piloto un set de datos de casos de fractura pertenecientes al yacimiento Medanito de la cuenca Neuquina, los datos pertenecen a las formaciones de Choiyoi, Petrolífera y Quintuco.

Nuestros especialistas de Ingeniería de Reservorios proporcionaron las características de esta zona:

- Muy buenas propiedades petrofísicas en dolomías gruesas y finas de Quintuco Superior que aseguran

una buena conectividad entre pozos vecinos.

- Las capas Complejo Superior y Capa 2 (Qco. Sup.) contienen el 77% del POIS del proyecto y ahí centramos la selección.
- Una secundaria bien desarrollada asegura tener medianamente presurizados los reservorios.
- Fracturas con una edad promedio de 14 años que pueden mejorarse con una nueva estimulación.

Selección de estándar de almacenamiento

El equipo de trabajo estudió el estándar definido por PPDM concluyendo que este modelo seleccionado corporativamente por PAMPA ENERGÍA cubría mayormente las necesidades del negocio local de E&P.

El proceso de análisis detallado de este estándar determinó que el modelo PPDM representa adecuadamente nuestro modelo de producción, en tanto que debió extenderse para satisfacer los requerimientos de datos del modelo de reservorios de PAMPA ENERGÍA S.A.

Del modelo estándar de PPDM se utilizaron los siguientes componentes:

- Áreas
- Campos
- Pozos (estados y clases)
- Punzados
- Completaciones
- Estratigrafías
- Producción
 - * Oil
 - * Gas
 - * Por formación
 - * Mensual
- Well tests
- Fracturas y tratamientos
- Instalaciones

La extensión del modelo, propuesta por el equipo de trabajo sigue los lineamientos del estándar PPDM en cuanto al diseño de tablas y relaciones entre ellas.

Las adaptaciones se hicieron en torno a la información de:

- Propiedades petrofísicas
- Permeabilidades relativas
- PVT

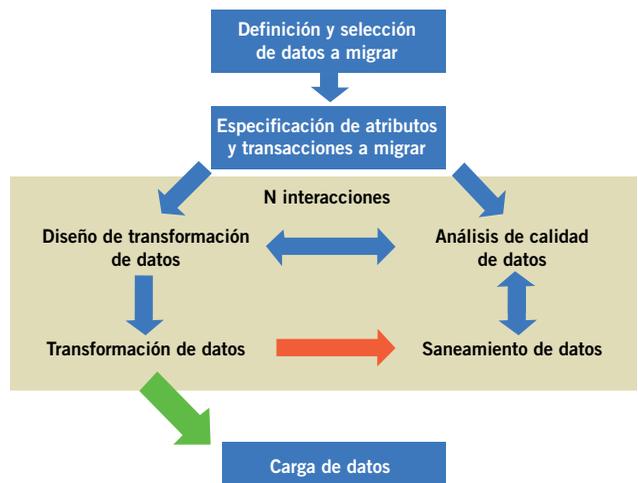


Figura 4a. Proceso de saneamiento y carga de datos.

- PLT
- Diseño y resultado de estimulaciones
- Pre-tratamientos en fracturas

Definición de la metodología para la explotación de datos

Tras un análisis detallado de la información disponible, el equipo concluyó que la metodología a seguir que más se adecuaba a los procesos de nuestra empresa es la denominada CRISP-DM. Esta metodología fue ampliada agregándose de manera explícita una etapa de monitoreo de resultados considerada imprescindible en el seguimiento permanente de los modelos analíticos desarrollados. Esta instancia se incorporó para evitar problemas de pérdida de performance por envejecimiento de los modelos desarrollados puestos en producción.

Selección de las plataformas tecnológicas que soporten el proceso

La base de datos de PPDM se instaló sobre un servidor Oracle 11 g. Cada una de las interfaces de transformación de datos se implementó en *Sql Server Integration Service 2008 (SSIS)*, la solución de Microsoft para la integración y transformación de datos.

Este conjunto de herramientas aportó las capacidades de almacenamiento, automatización y *scheduling* de los datos e interfaces.

El desarrollo de cada una de estas interfaces fue hecho con Microsoft Visual Studio 2008.

SSIS 2008 provee una gran cantidad de conectores a diferentes tipos de bases de datos y archivos, esto nos permite poder tomar diferentes fuentes de datos.

Estas tecnologías se seleccionaron en función del *know-how* técnico del equipo y disponibilidad tecnológica de la compañía.

Como plataforma de *analytics* se seleccionó TIBCO *Spotfire (Spotfire Analyst y Spotfire Miner)*, ya que el equipo la consideró como la más apropiada y completa suite de *analytics*.

Implementación de las interfaces de integración y procesamiento

Establecidos los datos a incorporar al estándar de PPDM se determinaron las fuentes de origen de los datos para poblar el modelo PPDM implementado.

En el proceso de integración intervienen personas con diferentes roles y perfiles, ya que es un proceso continuo

e iterativo en el que se realizan las diferentes acciones para sanear los datos y asegurar su calidad (Figura 4 a).

La figura 4 b ilustra cada uno de los componentes y su integración.

Con SSIS se implementaron las interfaces de migración de datos a PPDM desde los siguientes orígenes:

- SQL Server: TOW e Infoprod
- Oracle: Open Works
- Access: Unitest, OFM
- Excel: información de fracturas, PVT, propiedades petrofísicas, permeabilidades relativas, etcétera.
- Archivos de texto



Del Plata Ingeniería
 Empresa de ingeniería y servicios con más de 40 años de experiencia en la industria de la energía, gas y petróleo.

INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
 Plantas Llave en Mano (TKP - EPC)
 Plantas de Compresión de Gas y Generación de Energía Eléctrica
 Procesos Industriales

TURBOMÁQUINAS
 Overhaul de Turbinas y Motores
 Upgrade Integral
 Operación y Mantenimiento - LTSA

SISTEMAS DE CONTROL
 Turbomáquinas y Plantas Industriales
 Provisión Llave en Mano
 Reemplazo - Upgrade

MONITOREO EQUIPOS DE TORRE
 Perforación - Workover - Pulling
 Registro - Monitoreo - Perf. Automático
 Registrador Electrónico - WITSML

Del Plata Ingeniería
 +(54 223) 481 6969 - Mar del Plata, Argentina
 info@dpisa.com.ar - www.dpisa.com.ar
 Neuquén - Comodoro Rivadavia
 Río Gallegos - Río Grande



Figura 4b. Esquema funcional de base de datos integrada y sus fuentes de datos.

Se desarrolló Entrare (Ensayos y Tratamientos de Reservorios) como la aplicación que será utilizada como *front-end* de la base integrada. Esta aplicación tiene por objetivo principal ayudar a los usuarios a registrar, de una manera

sencilla y consistente, los datos que originalmente eran registrados en planillas.

Entre las funcionalidades más destacadas de la aplicación se encuentran:

- Registro de fracturas y tratamientos: la información de las fracturas se registra en diferentes grupos de datos; se registran las relaciones entre fracturas y punzados, las propiedades y los propantes definidos en el diseño de la fractura, como así también los del resultado. De esta manera se puede comparar lo planificado y lo realizado en campo. Otro grupo de datos se refiere a las propiedades petrofísicas que se encuentran en cada capa del pozo donde se realiza la fractura. También se registran las diferentes presiones y aditivos usados en la fractura. Por último se registran los fluidos inyectados en los pre-tratamientos.
- PLTs: se registra para cada punzado asociado el aporte en porcentaje de agua, oil y gas, utilizados luego para calcular la producción de gas.
- Propiedades petrofísicas: la aplicación permite registrar las propiedades petrofísicas de las formaciones y vincular estos datos con pozos, áreas y campos.
- *Well tests*: registro de los diferentes ensayos realizados sobre un pozo para poder determinar su potencial.

Técnicamente Entrare está desarrollada como una aplicación web utilizando el *Framework NET 4.0* de Microsoft, implementada en un servidor IIS 7.5 y consumida por los usuarios dentro de la intranet con Microsoft Explorer.



SABEMOS COMO CONTROLARLO PODEMOS PREVENIRLO

LOCKWOOD ha adquirido **dos nuevas Motobombas** con la última tecnología en materia de Extinción de Incendios de Pozos, con caudales entre 682 m³/h a 10 Kg/cm² y 1.021 m³/h a 9.2 Kg/cm².

Estos equipos amplían el equipamiento disponible en nuestra Base de Neuquen.

Seguimos invirtiendo en tecnología para que contemos localmente con los recursos necesarios frente a cualquier contingencia.

APLICACIONES:

- Descontroles de Pozos
- Incendios de Pozos
- Incendios de Plantas

**Única Compañía Nacional con
trayectoria Internacional en Well
Control Services.**



Av. Ing. Luis A. Huergo 2914 – PIN Oeste
Q8302SJR – Neuquen – Argentina
Tel. +54-0299-4413782 / 4413785 / 4413855
FAX +54-0299-4413832
informes@lockwood.com.ar
www.lockwood.cpom.ar



LOCKWOOD
La satisfacción de saber hacer

COMMITTED TO PREVENT ENERGY LOSS

Desarrollo de modelos analíticos

Comprensión del negocio

Del análisis del problema surge la recomendación de particionar el modelado en dos etapas. Una primera etapa en la que se seleccionara el par POZO-CAPA que será fracturado y una segunda etapa en la que se aportara la información de los tratamientos realizados con el fin de mejorar la calidad de la fractura obtenida y su rendimiento.

Una primera etapa, a la que llamamos MODELO PRE, tiene en cuenta solamente la información conocida con antelación a la ejecución de los tratamientos que llevaron a la realización de la fractura hidráulica.

Esta información consta básicamente de las variables petrofísicas medidas y/o extraídas de los perfiles de los pozos luego de perforados.

La segunda etapa, a la que denominamos MODELO POST, incorpora las variables relacionadas al tratamiento realizado sobre la capa para realizar la fractura hidráulica en la capa seleccionada. El objetivo de esta segunda etapa es esencialmente aportar al diseño de una configuración óptima de los estímulos de fractura, dadas las variables petrofísicas y la puntuación PRE del par POZO-CAPA por tratar.

En todos los casos, el objetivo consiste en generar las mejores recomendaciones posibles de pares POZO-CAPA que serán fracturados que permitan maximizar el nivel de producción de la capa (i.e. del pozo) luego de realizada la fractura, evitando y/o reduciendo las pérdidas económicas

devenidas de una decisión errónea en la selección de la capa que será fracturada en un pozo determinado.

Las fuentes de datos utilizadas contienen información de productividad antes y después del proceso de fracturado, variables de completación (datos de punzado), variables petrofísicas (de reservorios) e información de los estímulos aplicados (tipo de agentes, cantidad de bolsas, forma de la colocación en la formación, volúmenes inyectados, fluidos, presiones, etc.) para producir cada una de las fracturas en los pozos del reservorio Medanito.

En la figura 5 se muestra un esquema de cómo serán las etapas del proceso de modelado.

Comprensión de los datos

El proceso de comprensión de los datos se desarrolló con *Spotfire Analyst*. Con esta herramienta se caracterizaron las fuentes de datos en cuanto a su completitud, distribución, duplicidad de registros, concentración de valores y calidad de datos de manera general.

En la figura 6 se muestran capturas de pantalla de la herramienta en este proceso, conocido como *PROFILING* de la fuente de datos.

El resultado de esta primera instancia permite hacer una primera selección de variables, las que por su completitud y variabilidad puedan ser incorporadas en un análisis posterior para evaluar su poder predictivo.

Realizada esta preselección de campos se procedió a la realización de un análisis exploratorio univariado y multivariado con el fin de caracterizar adecuadamente cada una

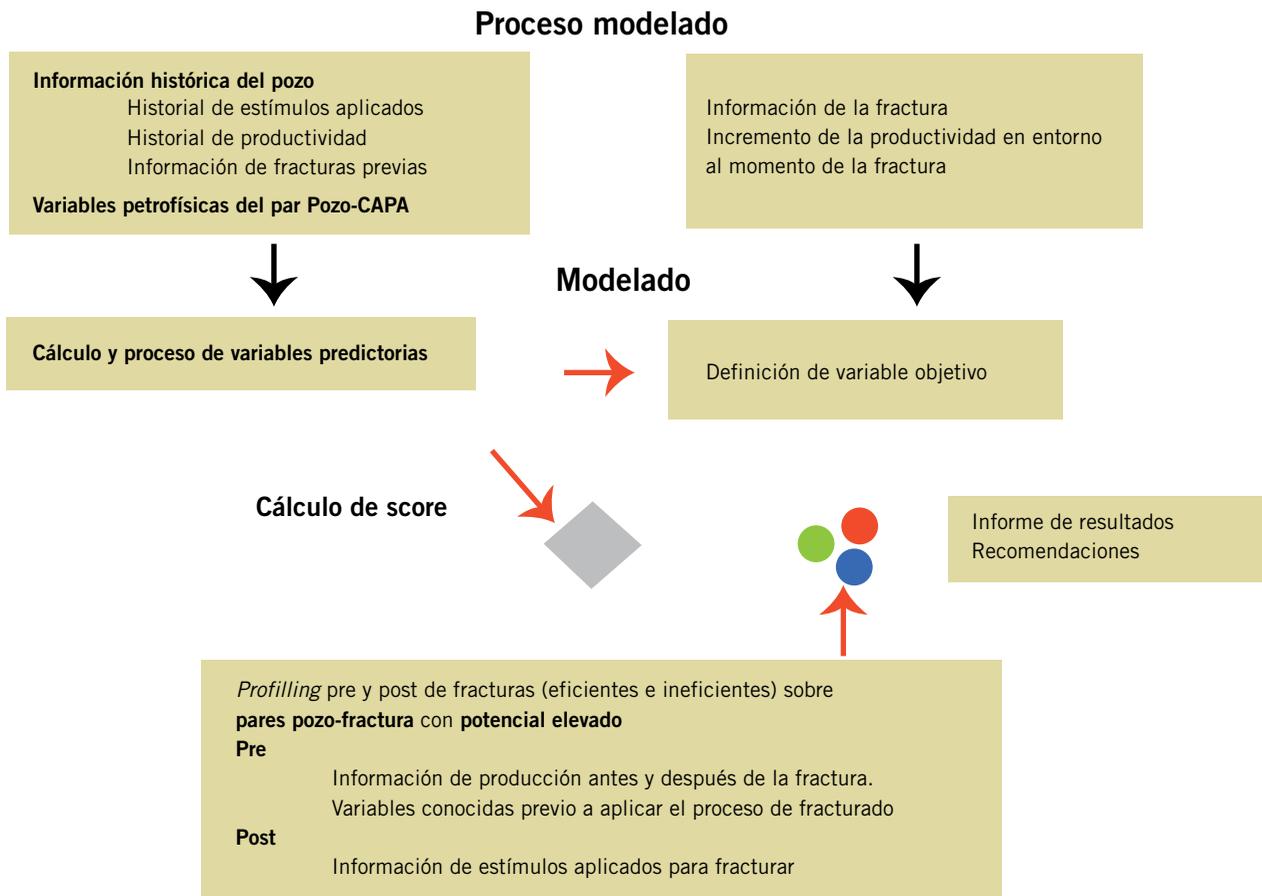


Figura 5. Diagramado del proceso de modelado, de los inputs, de las etapas y los resultados esperables.



Figura 6. *Spotfire Analyst* en el proceso de PROFILING (QA) de las fuentes de datos.

de las variables que se emplearán.

En la figura 7 se muestran capturas de pantalla de *Spotfire Analyst* utilizándose con el fin exploratorio.

En esta etapa exploratoria y de comprensión de los datos se definió también el objetivo técnico del análisis. Este objetivo técnico consiste en la marca que será utilizada como variable objetivo por los algoritmos de aprendizaje y se definió utilizando en *Box Plot*, observando el cambio en la productividad diaria acumulada, calculada desde datos de la producción de la capa seis meses antes y después del proceso de fractura.

En la figura 8 se muestra una captura de pantalla de *Spotfire Analyst*, en la cual se visualiza este proceso.

Como parte de este proceso exploratorio, se realizó un proceso de preselección de variables teniendo en cuenta el aporte de poder de discriminación “APARENTE” de cada una de ellas en relación al objetivo técnico de análisis.

De este análisis se seleccionaron para el Modelo PRE las siguientes variables:

- ResDaveRefr - Resistividad *Depth* o profunda, promedio.
- ResSaveRefr - Resistividad *Sallow*, superficial o poco profunda, promedio.
- Además, se calculó la diferencia entre estas dos resistividades.
- GraveRefr - Emisión de Rayos Gama promedio - Indicador de litología.
- Porosidad Media.
- SWPay - Saturación de agua promedio.
- RHOBaveRefr - Densidad promedio.
- Flg_Mas_de_Una_Capa - Indicador distingue entre los casos en que se fractura una o más de una capa.

Y las siguientes se adicionaron a las anteriores para el Modelo POST:

- Intervalo_Punzado
- Tipo_Arena_Marca
- Arena_Bombeada
- Arena_en_Formacion
- Caudal_x_mt_Punzado
- Caudal
- Colchon
- HHP
- Vol_Iny_x_mt_Capa
- Vol_Iny
- Vol_TT_x_mt_Punzado
- Vol_Tratamiento
- Fluido_Fractura

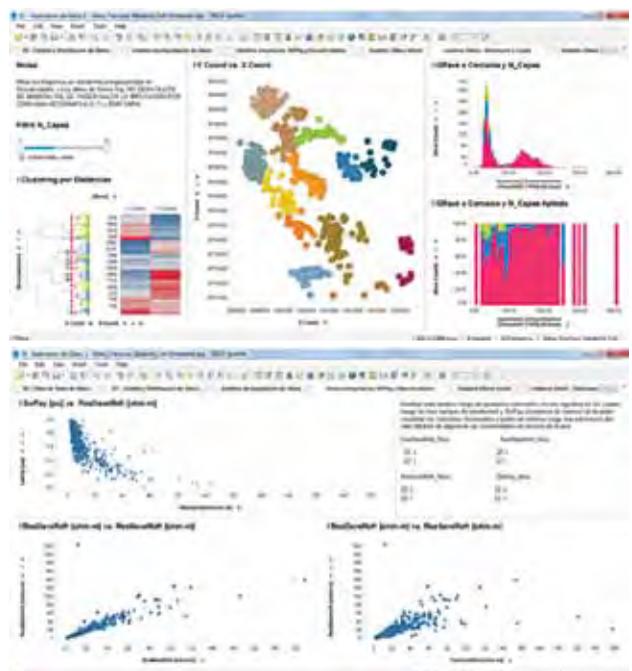


Figura 7. *Spotfire Analyst* utilizado en el proceso de exploración de datos.

Además, en esta etapa se definieron los procesos que se realizarán sobre estas variables con la finalidad de lograr la expresividad y la repetitividad posibles existentes en los patrones ocultos en los datos.

Preparación de datos

En esta instancia se realizó el procesado de las variables definido en la última etapa del paso anterior. Las variables se procesaron aplicándose procesos de *capping*, *ranking*, *centering* y *flagging* según resultado necesario de manera de lograr esta expresividad.

En la figura 9 se ven partes de este proceso, el cual fue implementado posteriormente en *Spotfire Miner*.

El siguiente paso consistió en determinar las muestras sobre las que se desarrollaran los modelos y la muestra sobre la cual será testeado el correcto aprendizaje de los modelos.

Las proporciones de las mismas fueron configuradas en un 70% para entrenamiento y un 30% para validación. Esta selección fue hecha con el objetivo de obtener los registros suficientes en la muestra de entrenamiento para lograr el mejor ajuste posible de los modelos.

En la figura 10 se muestra una ruta de *Spotfire Miner* en la que se ajustan diversos modelos para luego compararse y seleccionarse.



Figura 8. Definición de objetivo técnico de análisis utilizando un *Box Plot* de *Spotfire Analyst*.

Modelado

En esta etapa se desarrollaron los dos modelos mencionados (modelos PRE y POST, respectivamente).

Se probaron distintas técnicas de modelado, como árboles de clasificación, Naive Bayes y redes neuronales, dejándose de lado las regresiones logísticas debido a que la cantidad de registros en las muestras no era suficiente como para garantizar un ajuste estable de este tipo de modelos.

En la figura 10 pueden verse distintas configuraciones de modelado.

Evaluación de modelos

Los distintos modelos fueron evaluados con los gráficos de ganancias. En las figuras 11 y 12 se muestran estos gráficos para los modelos PRE y POST, respectivamente.

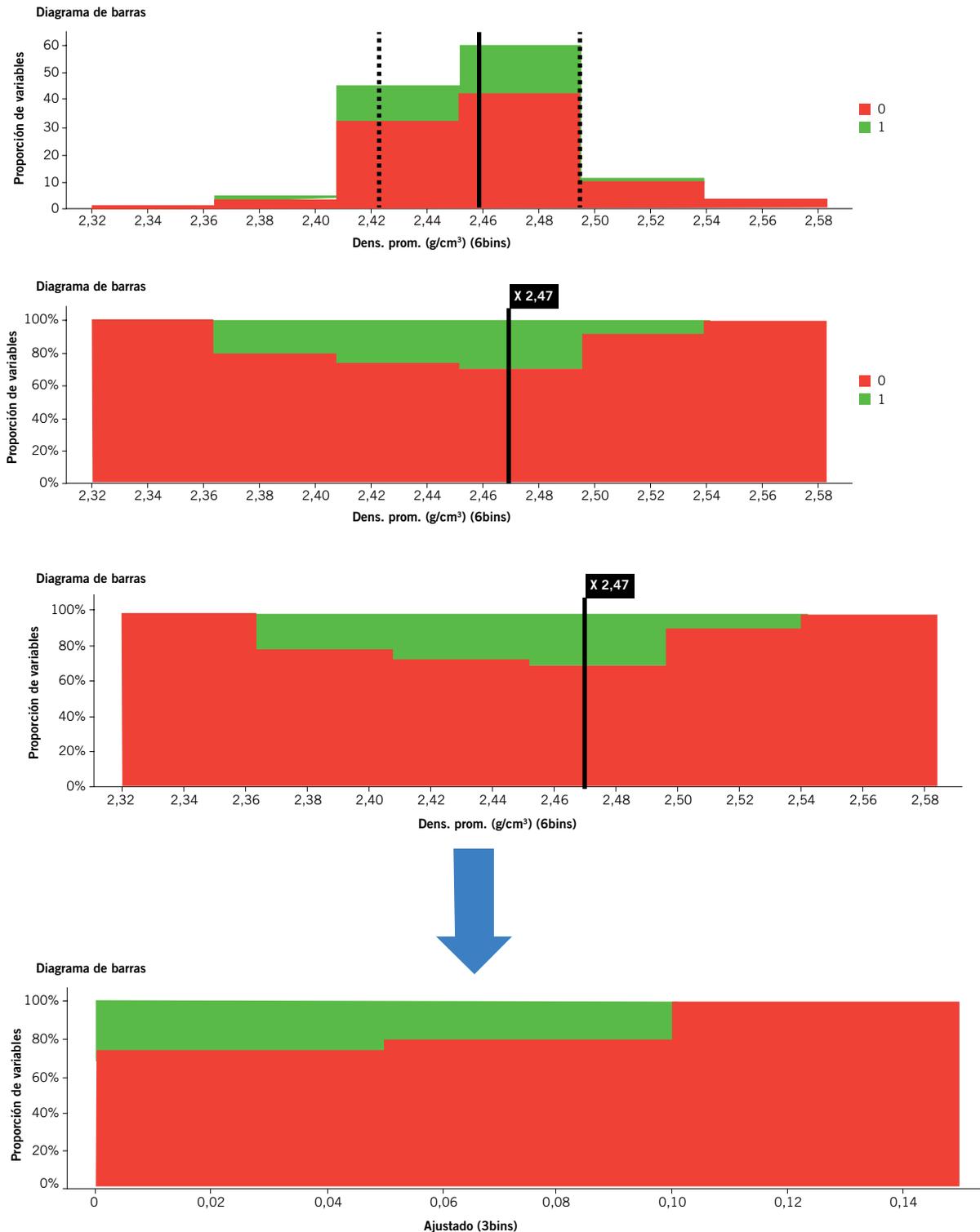


Figura 9. Procesamiento de variables.

3M Ciencia.
Aplicada a la vida.



HACE CALOR.

PROTEJA A SUS EMPLEADOS.



Cuando se trabaja en ambientes calurosos y húmedos, encontrar la protección respiratoria que sea a la vez confiable y confortable, resulta clave para mantener seguros a los empleados. Con los respiradores desechables de 3M presentamos una solución: la tecnología de Válvula Cool Flow™ de 3M™.

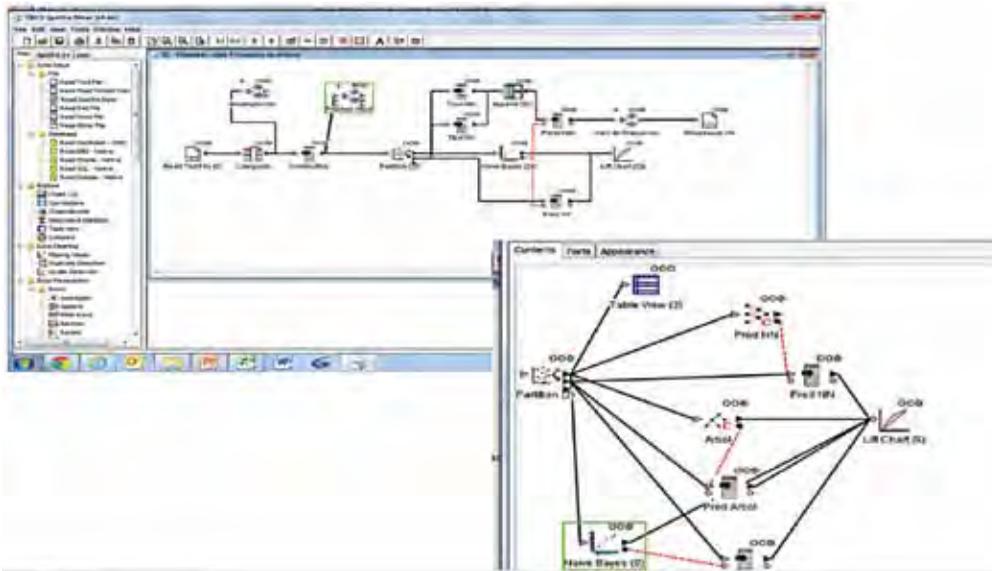


Figura 10. Ejemplo de rutas de análisis en *Spotfire Miner* en las que se observan el procesado de datos, el ajuste de modelos y su posterior evaluación y comparación.

En la figura 11 se muestra por qué se descartaron a las redes neuronales. El modelo PRE finalmente seleccionado fue el Naive Bayes, debido a que por la cantidad de registros disponibles, los árboles de decisión no resultaban fuertemente estables.



Figura 11. Evaluación de Modelo Pre.



Figura 12. Evaluación de Modelos POST.

En la figura 12 se visualiza la evaluación para los modelos POST. Nuevamente la cantidad de registros disponibles nos llevó a seleccionar a Naive Bayes como el modelo a ser implementado.

En la figura 13 se muestra la curva de ganancias para el modelo POST con un par de conclusiones:

Implementación (Generación de recomendaciones)

Una vez seleccionados los modelos analíticos que se implementarán, se incorporaron en una ruta de *Spotfire*



Figura 13. Curva de ganancias para evaluación del Modelo POST seleccionado.

Miner con el fin de iniciar el proceso de generación de recomendaciones. En la figura 14 se muestra esta ruta sobre un archivo Excel como salida.

Integración del producto desarrollado en el proceso de toma de decisiones

La información proporcionada por el modelo será estudiada en detalle por los especialistas del negocio, quienes evaluarán la factibilidad física y económica de continuar con las recomendaciones generadas en el campo.

Esta metodología cambia la forma de trabajo habitual de los ingenieros del sector y agrega una nueva serie de indicadores desarrollada desde los datos que produce la necesidad de generar un cambio en el método de trabajo actual.

Es importante señalar que este modelo puede ser utilizado repetidamente por ingenieros sin conocimientos de *Data Mining*, ya que solamente deben suministrar datos en la entrada, estudiar la salida y aportar una manera sencilla y precisa para la toma de decisiones.

Conclusiones

La primera conclusión en este trabajo es que el camino hacia la explotación de datos sostenible conlleva una gobernanza de datos mandatoria, así como un examen continuo de las soluciones que existen en el mercado tanto para predicción como para análisis.

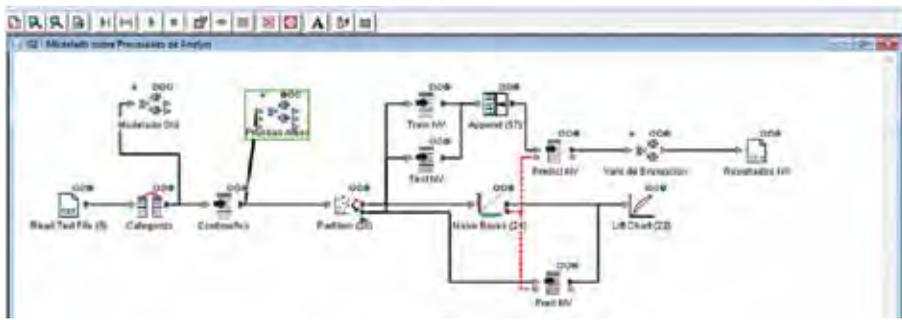


Figura 14. Ruta en *Spotfire Miner* con la implementación de los modelos para la generación de recomendaciones.

El conocimiento detallado de los datos y una adecuada selección de variables acorde al problema que se estudiará es otra condición necesaria para el éxito de los proyectos.

Alcanzar este objetivo implicó poner a disposición la infraestructura tecnológica necesaria, generar los procesos de trabajo y principalmente trabajar en la capacitación y el cambio de la forma de trabajo de todos los que intervinieron en el proceso. Este trabajo es continuo y requiere de un gran compromiso de la alta gerencia y sobre todo de equipos multidisciplinarios integrados en cada una de las etapas. Una de las claves en la conformación del equipo fue la inclusión de un especialista de *analytics* perteneciente a una empresa de servicios que permitió acelerar la curva de aprendizaje y el proceso de desarrollo en sí.

Establecer el objetivo del trabajo es fundamental para entender el problema y el tipo de herramienta que se utilizará. Entender qué necesitamos resolver posibilita la solución.

De manera general, las conclusiones obtenidas de este trabajo se encuadran en el hecho de que la implementación de técnicas de *analytics*, no solo son posibles en la industria del petróleo y gas, sino que además aportan un gran valor al negocio, optimizando el proceso de toma de decisiones en la selección de pares POZO-CAPA a ser fracturados con el fin de maximizar la capacidad de producción acumulada de un pozo.

La calidad de esa selección, basada en un *SCORE* obtenido por técnicas de aprendizaje automático, produce un gran valor económico para la empresa, debido a que posibilita la reducción de costos de fracturas que no han producido los efectos deseados en la productividad del pozo.

De manera puntual podemos concluir que los mejores modelos han sido obtenidos con los algoritmos Naive Bayes y árboles de clasificación. Finalmente quedaron fuera estos últimos y las regresiones logísticas, debido a que la cantidad de registros no fue la suficiente para obtener resultados estables en los modelos.

Por otro lado, observamos que los modelos basados en redes neuronales para clasificación no funcionaron de manera adecuada, inferimos que quizá este tipo de problemas no sean del tipo adecuado para ser tratados con dichas técnicas.

En cuanto a la evaluación de la plataforma analítica *Tibco Spotfire*, podemos concluir que resultó buena en cuanto a su flexibilidad, ya que contiene todas las funcionalidades y los algoritmos necesarios para el desarrollo y la evaluación de modelos analíticos, y alcanza el grado de óptimo al conjugar simpleza y velocidad en el desarrollo además de aportar información y conocimiento instantáneo en el proceso.

Podemos destacar que la preparación de datos es crítica para asegurar el éxito del proyecto y por ello recomenda-

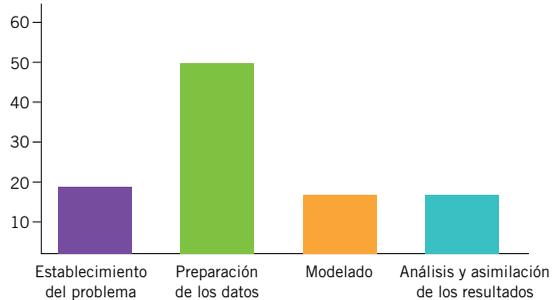


Figura 15. Distribución de tiempos de proyecto.

mos el empleo de más tiempo en esa etapa de la planificación de un proyecto de estas características (Figura 15).

Para finalizar, ofrecemos un conjunto de recomendaciones clave con el fin de lograr una implementación exitosa:

- Comenzar con un fin en mente (enfocar el problema).
- Seguir una metodología probada. Entender que Inteligencia analítica es un proceso iterativo e interactivo.
- Adecuar las expectativas a las posibilidades reales de la Inteligencia analítica.
- Delimitar claramente el problema y las métricas de evaluación.
- Participación de personas con conocimiento del negocio y el suficiente nivel de autoridad en cada etapa del proceso.
- Evitar realizar Inteligencia analítica solo con consultores externos.
- Disponer de los datos en tiempo y forma, con soporte de todas las áreas involucradas en su registro, almacenamiento, extracción y manejo.
- Que el usuario pueda interpretar los resultados (conocimiento, indicador, pronóstico, etc.). ■

Bibliografía

- Estanislao Irigoyen, 2014, "Introducción a la visualización de Información y *Analytics*", Jornadas de Inteligencia de Negocios, IAE, Instituto Argentino de la Empresa, Buenos Aires.
- PPDM *Standarts*, 2013, PPDM 3.8 Model, *The Professional Petroleum Data Management (PPDM) Association*, <http://www.ppdm.org>
- Víctor Paci, Eduardo Zenón García, 2013, Selección de Candidatos con Inteligencia Artificial, PAMPA ENERGÍA S.A. Argentina.
- Tim Crocker, 2014, *Spotfire Oil & Gas Production Optimization*, TIBCO *Spotfire Conference*, USA.

Así fue la 1° Jornada de Innovación Tecnológica *Big Data* y *Data Analytics*



Este dossier de *Petrotecnia* nace como respuesta a la gran convocatoria percibida durante la 1° Jornada de Innovación Tecnológica *Big Data* y *Data Analytics* organizada conjuntamente por el IAPG y por la SPE Argentina en noviembre último, en que un grupo de expertos organizó este evento con el objetivo de ayudar a sus pares a entender qué es lo que se viene en tema de análisis de datos; con conceptos y casos de estudio aplicados en el *upstream*.

Con módulos referidos a la Gestión del Conocimiento, la Gestión de la Información Estratégica, los Casos Específicos y la Tendencia Tecnológica en el Negocio, el evento

incluyó conferencias relativas al creciente uso de la cantidad de datos masiva en la industria del Petróleo y del Gas.

El evento se realizó en el salón Jacarandá de la Torre YPF de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, el cual se desbordó por la convocatoria y literalmente dejó personas afuera. “Es importante avisar a los interesados en el tema que tenemos toda la intención de organizar una jornada similar en 2017, incluyendo el *Industrial Internet of things*”, aseguró Andrés López Gibson, presidente de la Comisión de Innovación Tecnológica del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas (IAPG), (ver recuadro), y animó a quienes lo deseen a “que vayan preparando sus *abstracts*”.

La Comisión de Innovación Tecnológica, un puente con el futuro



Hace pocos años surgió en el seno del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas la necesidad de generar una comisión que llevara adelante los temas que la industria de los hidrocarburos activa en nuestro país no podía ignorar a la hora de entender las tendencias mundiales.

Entre sus objetivos figuran conectarse con los referentes en Innovación en el nivel de la industria; atraer hacia la Comisión a las empresas e instituciones interesadas en participar en innovación tecnológica en nuestra industria, tanto a los oferentes como a los demandantes de innova-

ción; y promover mecanismos de incorporación de innovación tecnológica aplicables a proyectos de hidrocarburos en el país.

Además, se comprometieron a la difusión de estos adelantos con el fin de incorporar a todas las empresas que están trabajando en el país al conocimiento de estos adelantos globales.

Pertenecen a esta Comisión representantes de varias empresas y socios personales. Su presidente actual es el Ing. Qco. Andrés López Gibson (YPF), y su vicepresidente es el Lic. Marcelo Crotti (Inlab). ■

Volvimos con energía



Soluciones integrales en el campo de la energía.

Más de 30 operaciones permanentes en Buenos Aires, Neuquén, Mendoza, Rincón de los Sauces, Comodoro Rivadavia, Río Gallegos, Añelo, Catriel, Bahía Blanca y La Plata.

www.pecomenergia.com.ar





“La IIoT es una evolución, no una revolución”

Por *Redacción de Petrotecnia*

Peter Zornio, Jefe de Estrategia de *Emerson Automation Solutions*, introduce una definición de la *Industrial Internet of Things* o Internet Industrial de las Cosas (IIoT) como uno de los ejes de la evolución de la industria.

¿Qué es la IIoT y cómo puede agregar valor a las empresas de petróleo y gas en sus procesos?

La IIoT, fundamentalmente, es la aplicación de un círculo de “desempeño de lazo cerrado” que hemos trabajado durante mucho tiempo, que utiliza la tecnología de sensores para obtener datos sobre el desempeño de una operación en tiempo real.

La IIoT utiliza el conocimiento de las personas o aplicaciones que contienen especialización sectorial y prácticas recomendadas para analizar esos datos y elaborar información e instrucciones útiles sobre lo que necesita hacer para mejorar el desempeño. El gran problema (y lo que pensamos que es nuevo) es que esto está en torno a las áreas fuera del desempeño de proceso.

En virtud de Internet y de la IIoT, se está usando Internet para permitirle distribuir los datos, las personas y las aplicaciones literalmente en cualquier parte del mundo. Por primera vez, crea oportunidades para hacer cosas, como tener una empresa de terceros, es decir, un conjunto de expertos completamente desvinculados con su organización o ubicación, y que analiza los datos y le dice lo que debe hacer. Ya utilizábamos datos de los sensores para alimentar las aplicaciones y actuar de acuerdo con lo que resulta de ellos, pero lo que no habíamos hecho hasta ahora era usar Internet para distribuirlo por todas partes.

Hoy tenemos la oportunidad de ayudar a las empresas de hidrocarburos a mejorar su desempeño operativo para que alcancen la excelencia. Específicamente, vemos la oportunidad de mejorar muchas áreas de desempeño operativo, no solamente mejorar el proceso.

¿Es solo una cuestión de sensores y automatización sofisticados que utilizan las empresas para gestionar las plantas o hay un concepto más profundo?

No, en realidad hay dos nuevos conceptos que son diferentes del uso tradicional de sensores y del software de aplicaciones para mejorar las plantas.

El primer concepto se trata de esta idea de utilizar Internet para romper con ese círculo de la aplicación, lo que llamamos el “círculo de ver, decidir, actuar”. Ver significa ver lo que está pasando y obtener los datos en tiempo real. Decidir significa analizar los datos con un experto o un software. Y actuar significa actuar para mejorar. Estamos rompiendo con todo esto al punto en que estas piezas puedan estar en cualquier parte del mundo. Este es un nuevo concepto en la IIoT.

El segundo concepto, que considero el más grande para nuestros clientes e industria en general, es la idea de que ahora se puede hacer la ejecución de estas aplicaciones con un tercero para analizar sus datos. Este tercero es ostensiblemente más que un experto en estas áreas que utiliza, y le dice lo que necesita llevarse a cabo en su instalación. Este es un nuevo modelo de negocio. Tradicionalmente, los clientes que ejecutaban estas aplicaciones veían, decidían, actuaban para ellos mismos. La idea de que sus datos pueden ir a alguien más y convertirse en un servicio subcontratado es realmente un concepto nuevo para la mayoría de nuestros clientes en las áreas de aplicación de las que estamos hablando.

Pensemos así: para moverse del punto A al punto B, usted compra un auto, obtiene la licencia de conducir y lo conduce. Es este modelo: siempre hemos sido el proveedor

de la tecnología: nosotros le vendemos el coche y lo mantenemos funcionando, pero usted es quien lo maneja. Con el modelo de negocio de servicio conectado a la IIoT es como el tan nombrado Uber: usted no es dueño del auto y no necesita el seguro ni la licencia de conducir, solamente anuncia que quiere ir del punto A al punto B y un tercero lo lleva. Creo que este es el concepto de cambio gradual más relacionado con la IIoT.

¿Todas las generaciones entienden los beneficios que usted propone por medio de la IIoT y los consideran estratégicamente importante, o solo las próximas generaciones “nativas” tendrán una idea real de lo que es?

Será más un cambio generacional porque tenemos muchas personas disconformes con algunos de los conceptos. No están de acuerdo con la idea de que los datos salgan de la planta y vayan a terceros, ni con poner la responsabilidad de la interpretación de los datos en las manos de alguien más. No es la forma en que han hecho las cosas hasta ahora y se resistirán.

Conforme nuevas personas se vayan sumando a la industria, sin preconcepciones sobre la forma en que se deben hacer las cosas, estarán más dispuestas a aceptar estos nuevos conceptos.

¿Cómo la IIoT puede cambiar la forma en que las empresas operan sus negocios? ¿Cuáles son los beneficios de la información en tiempo real?

Les permite concentrarse en sus competencias principales y ofrece la oportunidad de subcontratar habilidades que pueden ser más especializadas y no necesariamente parte de su negocio central, como encargarse de piezas especializadas del equipo que tienen en su planta; u otras más comunes, como funciones del tipo de servicios. La confiabilidad es un gran ejemplo, como las personas que recopilan los datos solo para monitorear el equipo y la confiabilidad del equipo, al vigilar la corrosión del equipo rotativo y la condición del equipo. Todo esto no es realmente la competencia principal de muchas de estas empresas. Sus competencias son ejecutar sus procesos y el tipo de productos que hacen y ser eficientes.

Entonces, esto brinda la oportunidad a las empresas de hacer más subcontrataciones y les permite concentrarse más en sus competencias principales. Y las compañías, si tienen esas competencias, pueden concentrarlas en un centro que observa muchas plantas de manera simultánea y obtener así una mayor eficiencia de este conocimiento, llevando esos datos a los expertos, lo que “romperá el molde” de enviar personas al sitio a resolver los problemas.

¿Es una idea fácil de instalar o adoptar una tecnología es el primer elemento que las compañías recortan en caso de crisis?

Absolutamente, en nuestras aplicaciones –gracias a que nos hemos salido de nuestro camino para asegurarnos de que tenemos un conjunto escalable de aplicaciones con el ecosistema digital Plantweb–tenemos puntos de partida muy fáciles en donde puede comenzar con tan solo una docena de activos, un nuevo conjunto de sensores y una aplicación muy ligera. Esto sirve como un gran punto de partida que les permite a las personas familiarizarse con este concepto. La seguridad es el mayor concepto con el

que algunas veces las personas tienen dificultad. Nos hemos encargado de todas las preocupaciones sobre seguridad que podrían tener respecto de los datos que se están exportando y quién los está supervisando.

Si se lleva a cabo con beneficios probables, tangibles y económicos, entonces no, no habrá recorte porque usted tendrá un caso claro de lo que perderá si lo recorta. Con estas aplicaciones nos aseguramos de comprobar de manera contundente cuáles son los beneficios económicos para la empresa y se garantiza que el vínculo entre la IIoT y los beneficios económicos sea muy fuerte, bien comprendido y comprobado.

La Argentina aún tiene mucho por desarrollar en *offshore*, donde esta tecnología es indudablemente estratégica: ¿cómo puede la IIoT ayudar en este momento a nuestra industria de petróleo y gas de mayoría *onshore*? ¿Hay ejemplos actuales de procesos *upstream* o *downstream* en el mundo?

Sí, para *offshore* indudablemente la IIoT se justifica económicamente porque es costoso tener personas en instalaciones en alta mar, por lo cual ser capaces de gestionar de modo remoto esas instalaciones es claramente un beneficio. Pero en tierra también se tienen activos geográficamente distribuidos en muchas partes; por ejemplo, pozos a grandes áreas de distancia entre sí, en los cuales no siempre se tiene personal ubicado en cada uno. Contar con instrumentación y aplicaciones que monitorean e informan sobre el desempeño de los campos y recopilan esos datos en ubicaciones centrales es claramente beneficioso. Tenemos el ejemplo de Santos y su campo de gas que comisionaron en Australia.

La idea de la gestión remota ¿no le quita al trabajador familiaridad con el lugar de operaciones?

Una de las cosas que se busca con esta tecnología es reemplazar el cuadro de trabajadores experimentados que se retiran, para que sus conocimientos perduren, ya que

esta tecnología permite que las nuevas personas que llegan y que no están tan familiarizadas con una instalación particular y las aplicaciones que contienen conocimiento integrado, tengan acceso remoto a los expertos. Por ejemplo, pensemos en que contaba con una docena de personas que eran expertas, pero ahora solamente hay cinco. Si tiene personal menos capacitado en el campo, puede habilitarlos tecnológicamente por medio de herramientas de audio y video para enlazarlos digitalmente con los expertos en una ubicación central. Esto ayuda a las personas menos experimentadas en el campo, ya que cuentan con un experto que está revisando lo que ellos hacen en tiempo real, y así se puede capacitar a más gente.

También estamos estudiando tecnologías, como la realidad aumentada con el fin de fortalecer a los trabajadores en el campo. Hemos demostrado esto donde tenemos equipo de uso personal para superponer, en una válvula, las acciones que deben ser realizadas. Esto permite que el personal menos experimentado cuente con la experiencia de alguien que ha realizado estas acciones cientos de veces.

¿Cree que la IIoT es una revolución o una mejora?

Creemos que es una evolución y no una revolución. Las empresas han utilizado los datos en tiempo real para alimentar las aplicaciones por mucho tiempo, entonces, utilizar Internet para desacoplar esas aplicaciones y permitir que expertos en cualquier lugar en el mundo se involucren en la mejora del desempeño es un paso evolutivo.

En las empresas se ha utilizado Internet para centralizar por medio de este tipo de resolución de problemas, pero lo han mantenido entre los expertos de sus empresas. Y esta idea de acudir a un tercero es el cambio más grande. Es un cambio en el modelo de negocio. Para nosotros, especialmente porque hemos estado en el negocio de sensores y automatización por tanto tiempo, es una evolución. Y para esta industria, es una evolución. Para otras industrias como su casa o ciudad en donde existe la IIoT, esto es completamente nuevo. ■

M MARTELLI ABOGADOS

Sarmiento 1230, piso 9, C1041AAZ, Buenos Aires, Argentina
Tel +54 11 4132 4132 - Fax +54 11 4132 4101
info@martelliabogados.com www.martelliabogados.com

CON PROCESS TECHNOLOGIES Y SAP BUSINESS OBJECTS, EMPRESAS DE OIL & GAS LOGRARON:



Datos reales en base a resultados obtenidos por el área de finanzas en empresas usuarias de SAP Business Objects de la Industria de Oil&Gas.

CONTÁCTENOS Y DESCUBRA CÓMO **PROCESS TECHNOLOGIES** PUEDE AYUDARLO A MEJORAR SUS RESULTADOS.



Hacemos simple la complejidad de los negocios

Process Technologies | Tel: (54 11) 4788 4313 | info@protech.com.ar | www.protech.com.ar

El crecimiento no convencional a través de la Internet Industrial de las Cosas en la Industria

Por *Paul Daugherty, Prith Banerjee, Walid Negm*
y *Allan E. Alter* (Accenture)



En este *white paper*, la consultora presenta la Internet Industrial de las Cosas (IIoT) como una forma de mejorar la eficiencia operativa y como una herramienta para lograr el crecimiento; en el futuro, las empresas exitosas la utilizarán para iniciar una nueva etapa de crecimiento a través de tres enfoques: incrementar los ingresos aumentando la producción y creando nuevos modelos de negocio híbridos; explotar las tecnologías inteligentes para alimentar la innovación y transformar la fuerza de trabajo.

La Internet de las Cosas en la Industria (IIoT) es una tendencia importante con significativas consecuencias en la economía global. Abarca las industrias que representan el 62% del PBI entre las naciones del G20, según *Oxford Economics*¹, e incluye los sectores de manufactura, minería, agricultura, petróleo y gas y servicios públicos. Asimismo forman parte empresas que dependen de los bienes físicos durables para conducir los negocios; por ejemplo, las organizaciones que operan hospitales, depósitos y puertos o las que ofrecen servicios de transporte, logística y atención sanitaria.

Es de destacar que la ventaja del potencial de la IIoT resulta enorme. Las estimaciones independientes más conservadoras ubican al gasto mundial en la IIoT en US\$20.000 millones en 2012, y se espera que alcance los US\$500.000 millones en 2020. Las predicciones más optimistas acerca del valor creado por IIoT alcanzan un valor tan alto de US\$15 trillones del PBI mundial en 2030².

La eficiencia operativa es uno de los atractivos clave de la IIoT, y quienes la adoptan tempranamente se centran en estos beneficios. Por ejemplo, al introducir automatización y técnicas de fabricación más flexibles, los fabricantes pueden impulsar su productividad en un 30%³.

El mantenimiento predictivo de los activos es una de esas áreas de enfoque que ahorra más del 12% sobre las reparaciones programadas, reduce los costos generales de mantenimiento hasta un 30% y elimina las averías hasta un 70%⁴. Por ejemplo, Thames Water, el mayor proveedor de servicios de agua y tratamiento de aguas residuales en el Reino Unido, utiliza sensores, analítica y datos en tiempo real para ayudar

a la empresa de servicios a anticipar las fallas de equipos y así responder más rápido a situaciones críticas, como pérdidas y eventos climáticos desfavorables⁵.

Sin embargo, hay más para agregar. Aunque las empresas están comenzando a aprovechar la IIoT como una estrategia de eficiencia operativa, la IIoT también ofrece un rico potencial a los fabricantes de equipos y productos en la introducción de productos y servicios digitales, generando nuevas fuentes de ingresos para mejorar tanto el ingreso bruto como las utilidades.

Además, los propietarios y operadores de equipos pueden acceder a una real oportunidad de obtener mayores ingresos, por ejemplo, en las empresas en la industria de procesos. Una forma fácil es evitar el tiempo improductivo y las paradas de la planta e instalaciones, aumentando de este modo la productividad de la producción; por ejemplo, un productor en la industria petroquímica puede apoyarse en el mantenimiento productivo para evitar paradas innecesarias y mantener el flujo de productos.

Si analizamos el sector de hidrocarburos, la empresa de exploración y producción *Apache Corporation* utiliza este enfoque para predecir fallas de bombas para petróleo *on-shore* y *offshore*, y ayuda así a minimizar las pérdidas de producción. Ejecutivos de la empresa afirman que si la industria mundial del petróleo mejorara el rendimiento de las bombas en solo un 1%, aumentaría la producción de petróleo en medio millón de barriles por día, con una ganancia adicional para el sector de US\$19.000 millones por año⁶. Una operación minera, donde la capacidad de realizar rápidamente un examen del mineral cuando un trépano golpea inesperadamente roca dura, permite a los mineros retomar los trabajos en una fracción del tiempo requerido anteriormente⁷.

Por el momento, en los inicios de la IIoT los fabricantes solo buscan lo más sencillo para mejorar los servicios de mantenimiento y reparación que ya ofrecen. Pero algunas empresas vanguardistas se están adelantando a través de formas no convencionales del uso de la IIoT para dar valor a sus clientes; por ejemplo, CLAAS KGaA mbH, General Electric, Michelin, Virtual Radiologic Corp. y ZF Friedrichshafen AG.

Mientras estas empresas representan ejemplos inspiradores, es importante reconocer que la IIoT ofrece nuevas formas de fabricar y pensar los productos y de operar activos e instalaciones. Muchas empresas recién comienzan a hacer la transición, y puede que no sea fácil para parte de los ejecutivos del sector industrial, de transporte y servicios capitalizar la oportunidad de vender nuevos productos digitales. Sin embargo, aquellos que dudan pueden ser aventajados rápidamente por sus actuales competidores y los nuevos que ingresen al mercado.

De hecho, una vez que las industrias se vuelven digitales, también se convierten en competitivas en esos términos (*digitally contestable*), es decir, aquellas que se encuentran fuera de la industria tradicional pueden ingresar y competir más fácilmente. Pensemos solamente en Google incursionando en el tema de los automóviles sin conductor, que puede afectar a varios sectores, incluso, el de seguros y licencias del gobierno. Otro ejemplo es el "*HealthKit*" de Apple: la plataforma que permite el trabajo conjunto de las aplicaciones de salud y *fitness*, introduce a la compañía en un ecosistema de datos de cuidados de la salud hoy ocu-

Ejemplos de nueva oportunidades

Las siguientes empresas identifican nuevas oportunidades de crecimiento al incorporar servicios digitales e innovaciones a su mix de productos. Sus ejecutivos ven el gran potencial de la IIoT: el universo de productos industriales, procesos y servicios inteligentes que se comunican entre sí y con las personas a través de una red global:

- El Grupo Michelin usa sensores dentro de los neumáticos combinado con la analítica (analytics) para entrenar a los conductores de las flotas de camiones en la forma de ahorrar combustible.
- Taleris (empresa conjunta de General Electric-Accenture) implementa la analítica para ayudar a las compañías aéreas a minimizar las alteraciones a causa de fallas mecánicas y demoras por mal clima.
- Daimler, a través de su servicio “Car2Go” ha encarado su negocio más allá de la simple fabricación de automóviles y ofrece el alquiler de una manera tan sencilla como la de comprar leche en el comercio de la esquina.

pado por cuidadores, aseguradoras y farmacéuticos⁸.

Para tener éxito en la industria competitiva en términos digitales con la IIoT, los ejecutivos necesitarán formular nuevos modelos de negocios y estrategias de orientación al mercado (*go-to-market*) en el nivel macro, repensar sus negocios y operaciones principales e introducir inteligencia en sus productos, servicios, procesos y más. También tendrán que abrir sus operaciones de fabricación, plantas de producción y diseños de producto a nuevas tecnologías de la información. La IIoT es hoy tanto un juego de crecimiento como una maniobra defensiva para los fabricantes, productores de energía y proveedores de servicios. Si aquellos que están actualmente en el negocio no identifican y explotan estas oportunidades, los que ingresen y las *startups* comenzarán a influir sobre sus clientes y los atraerán.

Tres imperativos

Entonces, ¿cómo pueden los ejecutivos de las compañías industriales explotar las oportunidades de la IIoT que generan ingresos? La investigación que conducimos actualmente sobre la IIoT utiliza casos y razonamientos actuales, que conjuntamente con nuestras conversaciones con clientes y expertos en la materia, sugiere que los ejecutivos deben cumplir con tres imperativos: impulsar los ingresos mediante el aumento de la producción y la creación de modelos de negocios híbridos, alimentar la innovación con las tecnologías inteligentes y transformar la fuerza de trabajo para la IIoT. Además, delineamos siete pasos para ayudar a las empresas en el avance rápido y seguro para emplear el potencial de la IIoT.

Impulsar los ingresos mediante el aumento de producción y los modelos de negocios híbridos

Conforme a la declaración en la Visión de Tecnología de Accenture en 2014 “cada negocio es un negocio digital” el límite físico-digital está convirtiendo a las empresas industriales en empresas de servicio al cliente⁹. Para los eje-

cutivos de los sectores de la manufactura, energía y otras industrias los nuevos servicios, competidores y formas de operar sus negocios transformarán sus industrias¹⁰.

Las inversiones de los propietarios y operadores de activos en estos servicios digitales les ayudarán a aumentar su producción y eficiencia. También invertirán en sus propias soluciones innovadoras a fin de mejorar el rendimiento de sus activos y procesos actuales y la colaboración en la cadena de suministros.

Los servicios digitales –ofertas que combinan información, servicios transaccionales y profesionales– se apoyarán en el núcleo de estos cambios. Algunas empresas ya están convirtiendo sus productos en híbridos producto-servicio, que definimos como bienes físicos inteligentes, conectados y capaces de producir datos para el uso de servicios digitales (Figura 1).

La IIoT le brinda a las empresas la oportunidad de actualizar y ofrecer nuevos servicios, mejorar los productos e ingresar a nuevos mercados. Consideremos cómo *General Electric*, *Michelin* y *CLAAS* están orientándose al mercado con híbridos productos-servicios, agregando servicios digitales (*shaded boxes*) a sus productos pre-digitales (*solid boxes*). Pero aún las empresas que no venden productos; por ejemplo, *Virtual Radiologic*, pueden aprovechar las oportunidades de expansión hacia los servicios digitales.

- **General Electric:** el negocio de mantenimiento de motores de aviones, nacido de su negocio de motores de reacción, actualmente está volcándose al mantenimiento preventivo y expandiéndose hacia la optimización de la flota de aviones.
- **Michelin:** ayuda a los gerentes de las flotas de camiones a reducir el consumo de combustible y los costos, permitiéndoles pagar sus neumáticos en base a la cantidad de kilómetros manejados.

Estos híbridos serán el vehículo principal para acceder a esta oportunidad. Permiten a las empresas crear modelos de negocios híbridos, combinando la venta y el alquiler de productos con recurrentes flujos de ingresos a partir de los



Figura 1. Oportunidades que encuentran las empresas a través de la IIoT.

Trabajando en el desarrollo de los recursos no convencionales



www.tecpetrol.com

[f /tecpetrol](https://www.facebook.com/tecpetrol)

[in /company/tecpetrol](https://www.linkedin.com/company/tecpetrol)

[t @tecpetrol](https://twitter.com/tecpetrol)



servicios digitales. Los servicios digitales también permitirán a las firmas de extracción de recursos e industrias de procesos tomar mejores decisiones, disfrutar de una mejor visibilidad de toda la cadena de valor y mejorar la productividad en otros aspectos.

Además, estos híbridos producto-servicio deberían ir más allá de las mejoras crecientes, como los cambios de características; deberán abordar las necesidades no cubiertas de los clientes o resolver los problemas críticos del negocio con soluciones exitosas (Figura 2). Sin embargo, estos híbridos producto-servicio no necesitan ser los primeros del mercado¹¹. Tampoco es necesario que el proveedor del servicio sea el mismo que el fabricante del producto: un proveedor de servicio puede hibridar el producto de otra compañía capturando los datos que esta crea, como lo hace *Virtual Radiologic* con su servicio de analítica (*analytics service*).

- **CLAAS:** los agricultores pueden operar el equipamiento CLAAS en piloto automático, recibir recomendaciones sobre cómo mejorar el flujo de la cosecha y minimizar las pérdidas de granos u optimizar automáticamente el rendimiento de sus equipos. La empresa se asoció con otras organizaciones para brindar servicios de información a productores agropecuarios a través de un mercado llamado “365FarmNet”.
- **Virtual Radiologic:** vRad se lanzó como un servicio de interpretación de rayos X. Desde entonces se ha expandido hacia negocios de servicios IT ofreciendo servicios de *software* y, recientemente, un servicio de analítica.

El éxito como abastecedor de híbridos producto-servicio no vendrá fácilmente. Las empresas deben competir y colaborar con *players* de diferentes industrias; todos debe-

rán encontrar una ventaja competitiva con la tecnología digital. Para crear nuevo valor e incentivar el crecimiento, se recomienda seguir las siguientes recomendaciones:

A) Pensar de manera no convencional sobre el valor del cliente

Vender servicios requiere de un modelo de negocios y operativo diferente al de la venta de productos; pero ¿qué modelo aplicar? Modelos que creen valor tanto para los clientes como para su empresa de manera no convencional.

Otra alternativa es combinar *high tech* (alta tecnología) para identificar oportunidades de negocios mediante un enfoque *high touch* para ganarlas. Las soluciones de Michelin crearon un ecosistema de expertos para brindar un nuevo servicio que utiliza *high tech* y *high touch* para reducir los costos del combustible en las flotas de camiones. Los sensores dentro de los vehículos recopilan datos sobre consumo de combustible, presión de los neumáticos, temperatura, velocidad y ubicación. Estos datos son transferidos a un servicio de nube de un socio de soluciones de Michelin, y es allí donde interviene el factor humano. Las soluciones de la empresa incentivan a los expertos a analizar los datos y hacer recomendaciones al gerente de la flota y a los maquinistas instructores de soluciones sobre el menor uso de combustible al conducir. Como resultado los gerentes de la flota de camiones pueden ahorrar dos litros de combustible por cada 100 km. Michelin se ha convertido en más que un fabricante de neumáticos: con el lanzamiento del negocio de soluciones, ahora también es un socio para el ahorro de combustible. Y, como socio de los gerentes de flota de camiones, mantiene un aspecto humano con este servicio.

Este híbrido producto-servicio incluye el entrenamiento del conductor y las recomendaciones provienen de los expertos en lugar de un sitio web. Los clientes también pueden optar por pagar sus neumáticos en una base por kilómetro realizado; ejemplo de vender un producto como servicio¹³. Este servicio innovador es un ejemplo primordial a la hora de pensar diferente sobre las oportunidades de ingresos.

Otro ejemplo es Daimler AG, que sigue un enfoque para aumentar el valor a sus clientes: un modelo flexible y conveniente de pago-por-uso para los habitantes de la ciudad que necesiten automóviles. Los clientes de “Car2Go” utilizan una app para encontrar el auto estacionado más cercano. Simplemente, abren la puerta con una tarjeta de socio, manejan hasta su destino, estacionan el auto en la calle y lo cierran. Este modelo compite con los taxis convencionales, las alternativas como “Uber” y los servicios de alquiler de autos por hora. Sin embargo, se diferencia por su precio y conveniencia, ambos valores clave para el cliente. Los clientes pueden elegir el pago por milla, hora o día. Las tarifas son inferiores a las de un taxi y no se necesita reservar, devolver o solicitar un auto, ya que estos se pueden estacionar y encontrar en cualquier sitio¹⁴.

B) Ser el más valioso proveedor de información

Venda productos y sus clientes solo lo contactarán cuando necesiten solucionar o evitar algún problema. Venda servicios y obtendrá múltiples oportunidades de crear puntos de contacto con el cliente, generar confianza y establecer la lealtad del cliente.

Para los fabricantes, los servicios de información pue-



Figura 2. **Servicios de información:** vende datos y conocimientos, o bien administra un mercado que vende datos. **Servicios de equipos:** vende operaciones con productos y servicios de optimización, o bien vende el producto mediante el modelo “as-a-service” o el modelo “for-performance payment”. Fuente: *websites* de las empresas referidas.

den aumentar la preferencia del cliente respecto a un producto. Pero los servicios también son el punto de entrada para que la competencia interfiera entre su empresa y sus clientes. Una empresa no tiene necesariamente que ser un fabricante de equipos radiológicos para ofrecer servicios de análisis de rayos X. Además, si el servicio se convierte en algo valioso para los clientes, es posible que se vuelva más importante que el producto en sí. La empresa que ofrece el servicio puede entonces influir en las decisiones de compra del producto.

Esta es la razón por la cual ser el proveedor de información más valioso –la fuente de información externa en la que más confían los clientes para manejar su negocio– es tan crítico. Sin embargo, el viejo adagio “no puede hacerlo solo”, también aplica aquí. Encontrar al socio de negocios correcto es crítico para el lanzamiento de híbridos producto-servicio, ya que pocas empresas cuentan con todas las habilidades y tecnologías necesarias. Por ejemplo, cuando se trata del negocio de información agrícola, la batalla para convertirse en una fuente confiable de soporte en las decisiones de los productores se libra actualmente. Empresas como *DuPont* y *Dow Chemical* están formando alianzas para desarrollar y brindar soluciones de agricultura de precisión a los productores que presentan un desafío para la competencia¹⁷.

C) Compartir más datos de equipos con los socios

El concepto híbrido producto-servicio también aplica a los propietarios y operadores de activos. Cualquier equipo se convierte en un híbrido productividad-mejora si genera datos y el operador pone esos datos a trabajar como servicio digital dentro de su cadena de suministro. Sin embargo, las empresas generalmente son recelosas a la hora de compartir la información de sus operaciones con los socios más cercanos, aún si perjudica la productividad. Por supuesto, los ejecutivos deben ser cuidadosos al compartir su información valiosa. Así la IIoT le puede dar a las empresas un control mucho mayor sobre su cadena de productos y procesos.

En el caso de la industria hidrocarbúfera: las empresas de exploración y producción rara vez comparten sus planes de perforación y datos operativos detallados con las de servicios, esto es criticado por desacelerar la producción al demorar el traslado de equipos a los sitios de perforación. Pero si las operadoras compartieran la planificación, los pronósticos, el estado de los equipos, los servicios de campo y los programas de trabajo podrían aumentar drásticamente su producción. La marea ascendente de datos puede poner a flote cualquier barco.

D) Tomar a los servicios como investigación y desarrollo para los productos

¿Qué nuevas características desearán los propietarios y operadores de activos? ¿Qué harán y cómo serán los productos industriales en el futuro? Solo el tiempo revelará las respuestas a estas preguntas. Esto representa desafíos en algunos sectores industriales. Por ejemplo, los fabricantes de equipamiento pesado se arriesgan al ofrecer nuevos productos antes de que el mercado esté listo para aceptarlos, porque esos productos tienen bases de clientes relativamente pequeñas y lleva años el desgaste de los equipos para justificar su reemplazo, a diferencia de la tecnología de vida útil corta y de consumo de bajo precio.

Tal como lo descubrieron muchas de las grandes empresas de tecnología, los proveedores de híbridos producto-servicio tienen actualmente una alternativa más rápida y menos costosa al momento de lanzar productos innovadores: pueden experimentar con el desarrollo y ofrecimiento de nuevos servicios. Al hacerlo, observan como los clientes usan las características basadas en la información y ganan conocimiento de sus necesidades. Y a medida que las empresas comienzan a ofrecer servicios de la IIoT basados en la nube, rápidamente pueden probar las características para descubrir las capacidades que los clientes valoran más y continuar ofreciendo las que más le gustan. Con el tiempo, a medida que las empresas comprenden mejor las necesidades de los clientes, pueden usar lo que han aprendido en la venta de servicios para construir una

SAFETY CONTROL
by SAFETYNOVA

Calidad y Seguridad
en sus propias manos...

Usa la App Safetycontrol para hacer Inspecciones y Check List

DISPONIBLE EN
Google Play

www.safetynova.com

generación de productos bien enfocados, diseñados para la IIoT.

Algunas empresas están dando los primeros pasos en este camino hacia la innovación. Ford Motor Company ha adoptado un enfoque de colaboración abierta (*crowdsourcing*): su plataforma de desarrollo de *software* y *hardware* abierto permite a cualquiera crear aplicaciones y accesorios experimentales; por ejemplo, una aplicación que advierta sobre posibles choques nocturnos¹⁸. Esto también puede marcar el camino hacia nuevas oportunidades de negocio. La unidad de tecnología climática de un fabricante de equipos industriales es otro caso a destacar. La gerencia de la unidad descubrió que los sensores de sus compresores de enfriamiento brindaban un flujo de datos potencialmente útil. Luego de hablar con sus clientes sobre sus necesidades de enfriamiento industrial, los ejecutivos identificaron una oportunidad aún mayor: dar servicios de monitoreo continuo de temperatura de los productos durante su transporte y/o traslado¹⁹.

Para afectar el mercado con nuevos modelos de negocios, investigación y desarrollo o servicios de información, la mayoría de las empresas necesitarán socios externos para crear y comercializar los exitosos híbridos producto-servicio. Pocas empresas tendrán todas las habilidades en los negocios necesarias para el lanzamiento, ya que estas habilidades no son parte de su modelo de negocios central actual. Las alianzas entre empresas con conocimientos y experiencia complementarios están usando sus fortalezas combinadas para lanzar nuevos servicios y atraer nuevos clientes.

Explotar las tecnologías inteligentes para incentivar innovaciones revolucionarias

La innovación es crítica para desarrollar y brindar nuevos híbridos producto-servicio diferenciados que conduzcan al crecimiento. Para cosechar todos los beneficios de la IIoT, las empresas necesitarán destacarse en la instrumentalización de tres capacidades tecnológicas: informática por sensores, analítica industrial (*industrial analytics*) y aplicaciones de máquinas inteligentes (Figura 3).

Mediante la implementación de estas capacidades, las empresas pueden entrelazar datos empresariales o generados por máquina, previamente no disponibles o inaccesibles, para crear nuevas oportunidades de monetización.

Los sensores, las aplicaciones de analítica y de máquinas inteligentes y las plataformas *in-house* o alternativas IIoT de terceros que los vinculará, reemplazará a los universos actualmente separados de la Tecnología de la Información (IT) y la tecnología Operacional (OT). El mo-



Figura 3. Tres capacidades de la IIoT para lograr el dominio.

saico actual de infraestructura propietaria y específica de proveedor, de evolución separada será reemplazado con el tiempo por plataformas de interoperabilidad. Como este mosaico genera un obstáculo en la actualidad, será necesario modernizar y unir la tecnología de la información y la tecnología operacional para soportar una nueva generación de equipos en el futuro.

Informática por sensores

Los sensores le dan a los objetos el poder de la percepción, en condiciones, como temperatura, presión, tensión, movimiento, química y uso. La informática impulsada por sensores (*sensor-driven computing*) convierte la percepción en conocimientos (empleando la analítica industrial que se describe a continuación) sobre los que pueden actuar los operadores y los sistemas. Como ocurre con la mayor parte de los adelantos tecnológicos, los sensores se están volviendo rápidamente más pequeños, baratos y sofisticados. De hecho, *Spansion Inc.* ha comenzado a fabricar sensores que no utilizan baterías²⁰. Estas características hacen de los sensores una tecnología exponencial, prometiendo la duplicación repetida en la mejora de precios y rendimiento a intervalos cortos de tiempo²¹. Por ejemplo, en 2007, el costo promedio de un sensor acelerómetro era de US\$ 3; en 2014, de 54 centavos²². Hacia 2020, los costos de los componentes bajarán al punto de que la conectividad será una característica estándar, aun para los procesadores que cuesten menos de US\$1²³. Además, nuevas formas de recopilar datos de sensores, dispositivos de baja potencia y algoritmos que interpretan señales en bruto están abriéndose a la innovación de productos. El GPS *TraXon PreVision* de ZF Friedrichshafen AG, por ejemplo, extiende la vida útil de las transmisiones de los camiones y reduce el consumo de combustible, recopila datos sobre el comportamiento de los conductores, agrega datos topográficos a su análisis e “instruye” a las computadoras de transmisión del vehículo cuando cambiar la velocidad²⁴.

Analítica industrial

La analítica industrial convierte los datos de sensores y otras fuentes en conocimientos factibles. Por ejemplo, la locomotora más reciente de GE tiene 250 sensores que miden 150.000 puntos de datos por minuto²⁵. El usuario final –ya sea una máquina dentro de un proceso o un individuo– puede usar esta información analítica para interpretar los flujos de los datos entrantes desde estos sensores, junto con los sistemas de la información y operativos, para conducir la toma de decisiones en tiempo real y anticipar eventos.

En otro ejemplo, *Caterpillar* ha comenzado a utilizar la analítica industrial para contribuir con el éxito de sus distribuidores. La empresa conecta y analiza los datos de sus máquinas, motores y servicios y transmite los conocimientos resultantes a los distribuidores, permitiéndoles anticiparse a los problemas, programar el mantenimiento de manera proactiva y ayudar a los clientes a gestionar su flota más eficazmente²⁶. *Caterpillar* declara que sus distribuidores, en total, pueden lograr entre US\$9.000



PRESIDENCY OF THE
REPUBLIC OF TURKEY

Under the auspices of

Turkey

Discover
the potential

REPUBLIC OF TURKEY
MINISTRY OF
ENERGY AND
NATURAL RESOURCES



istanbul
22nd WORLD
PETROLEUM
CONGRESS

09 - 13 July 2017

REGISTER TODAY
& JOIN

5,000
delegates

500
CEOs

50
ministers

650 EXPERT SPEAKERS INCLUDING



**H.E.
Mohammad
Sanusi
BARKINDO**

Secretary General,
OPEC



**Ben van
BEURDEN**

CEO, Shell,
Netherlands



Fatih BİROL

Executive Director,
International
Energy Agency
(IEA)



Bob DUDLEY

CEO, BP, United
Kingdom



Remi ERIKSEN

CEO, DNV GL,
Norway



**Didier
HOUSSEN**

Chairman and
CEO, IFP Energies
Nouvelles, France



**Amin N.
NASSER**

President and Chief
Executive Officer,
Saudi Aramco,
Saudi Arabia



**H.E.
Alexander
Valentynovich
NOVAK**

Minister of Energy
of The Russian
Federation



**Pedro
PARENTE**

CEO, Petrobras,
Brazil



**H.E. Shri
Dharmendra
PRADHAN**

Minister of
Petroleum and
Natural Gas of India



**Patrick
POUYANNÉ**

CEO, Total, France



**Shogo
SHIBUYA**

President and
CEO, Chiyoda
Corporation, Japan



**Besim
ŞİŞMAN**

CEO, Turkish
Petroleum, Turkey



**Rex
TILLERSON**

Former Chairman
& CEO,
Exxon Mobil, USA



Dan YERGIN

Chairman, IHS
Cambridge
Energy Research
Associates, USA



Wang YILIN

Chairman, CNPC,
China

See All Speakers at WWW.22WPC.COM

BRIDGES to our ENERGY Future



www.22wpc.com

f | t | in | @
22WPC2017

HOST
COUNTRY
SPONSOR



TURKISH
PETROLEUM

¿Serán sus productos inteligentes en 2020?

Es difícil definir la inteligencia humana, y mucho menos coincidir sobre lo que hace que un producto físico sea inteligente. En los setenta, los códigos de barras eran tecnología de punta cuando se trataba de inteligencia de producto. Hoy, la inteligencia artificial (*machine intelligence*) surge a partir de una gran variedad de sensores y *software* de toma de decisiones en tiempo real. Los automóviles de lujo tienen unas cien unidades de control electrónico basadas en microprocesadores y alrededor de 100 millones de líneas de [código] de *software*. Sin embargo, recién estamos comenzando el viaje⁴⁴.

En el futuro cercano, los productos inteligentes podrán:

- Iniciar tareas y comunicarse con otros equipos.
- Diagramar a medida sus interfaces, recomendaciones y movimientos para cubrir las preferencias del cliente.
- Fortalecer sus características y los beneficios que brindan al cliente a través de mejoras de *software*.
- Aprender a bajar los costos operativos.
- Optimizar el rendimiento y la productividad.
- Evitar accidentes y fallas durante la operación.
- Actuar en condiciones de incertidumbre o desfavorables.

y US\$18.000 millones de ingresos anuales si trasladan a sus clientes del concepto de “reparar cuando falla” al de “mantenimiento predictivo” junto con otras acciones. *Caterpillar* se beneficia al bajar sus costos de cumplimiento de garantía e impulsando la venta de nueva maquinaria, así como de repuestos y servicios²⁷.

Las empresas de Servicios de Salud también detectan oportunidades para ofrecer servicios de analítica (*analytics services*). Tomemos el ejemplo de *Virtual Radiologic Corp. (vRad)*, proveedor de servicios de teleradiología. *vRad* ha recopilado datos de más de 22 millones de radiografías, imágenes por resonancia magnética (MRI) y lectura de tomografías y estudios de pacientes. Ahora ha lanzado un servicio de análisis que compara el uso de equipos radiológicos con los resultados.

Además de mejorar la planificación del personal, los proveedores pueden descubrir si los radiólogos están utilizando mucho o poco los equipos de imágenes. Entonces, pueden trasladar el uso del costoso equipamiento MRI a las situaciones donde es probable que resulte en diagnósticos positivos y, por ende, generadores de ingresos²⁸. *vRad* es un ejemplo del tipo de servicio de información que desean ofrecer los clientes o por medio de un socio.

Aplicaciones de máquinas inteligentes

Los fabricantes no construirán máquinas que solo tengan funciones mecánicas, ahora incluirán la inteligencia. Las aplicaciones que vienen con las máquinas serán el vehículo para generar nuevos flujos de ingresos de estos híbridos producto-servicio. Y los avances tecnológicos facilitan la integración de dispositivos físicos y del *software* complementario con servicios de terceros. Por ejemplo, las herramientas de gestión del ciclo de vida de aplicaciones y productos, al abordar temas de integración y garantizar la colaboración entre dominios, ayudan a los desarrolladores a crear aplicaciones innovadoras^{29,30}.

Consideremos el piloto de SAP con los vehículos conectados de *BMW*. SAP toma a los automóviles como conductores de servicios de la información. Los autos pueden recibir ofertas de vendedores mientras están en los alrededores o recibir información sobre lugares disponibles para estacionar³¹. Si ahondamos más en el concepto de vehícu-

los conectados, podemos visualizar un escenario donde los conductores ya no paguen en las estaciones de servicio y los vendedores de combustible ya no necesiten pagar aranceles por el uso de tarjetas de crédito. El surtidor de combustible reconocerá el auto y sabrá cuantos litros o galones de combustible cargarle al tanque. A fin de mes, el consumidor obtendrá una factura del vendedor de combustible.

Además, los escenarios como estos ya no necesitan limitarse al equipamiento; con una máquina inteligente todo se puede hacer: como ingresar rutas con sensores que recopilen datos sobre el tráfico y con materiales que recarguen vehículos eléctricos mientras se conduce³².

Como lo muestran estos ejemplos, los productos conectados y el *software* ofrecen atractivos nuevos candidatos a las empresas industriales. Y los avances tecnológicos facilitan la integración de los dispositivos físicos y su *software* auxiliar con servicios de terceros. Por ejemplo, las nuevas herramientas de gestión del ciclo de vida de productos abordan temas de integración, garantizan la colaboración en R&D (investigación y desarrollo) y permiten a los desarrolladores crear aplicaciones innovadoras³³.

Caminos hacia las plataformas de la IIoT

Para cosechar valores óptimos de las tecnologías inteligentes se necesita una sólida arquitectura e infraestructura técnica. Las plataformas de la IIoT serán fundamentales para el éxito de los fabricantes y proveedores de servicios. Estas empresas necesitarán que las plataformas de la IIoT desarrollen híbridos producto-servicio, permitan el desarrollo de aplicaciones de terceros, brinden interfaces de programación de aplicaciones (*APIs*, por sus siglas en inglés) para compartir datos y controlar el canal de entrega de servicios a sus clientes. Los propietarios y operadores de activos usarán estas plataformas para operar equipos y aplicaciones, enviar y analizar datos, para conectar y controlar procesos y comunicarse con otras compañías en sus ecosistemas.

En la actualidad, las plataformas de la IIoT están emergiendo y ninguna de ellas ha logrado preponderancia en un sector de la industria. Los defensores de la arquitectura abierta comienzan a desarrollar plataformas y enfoques no propietarios y compartidos. También es posible que los

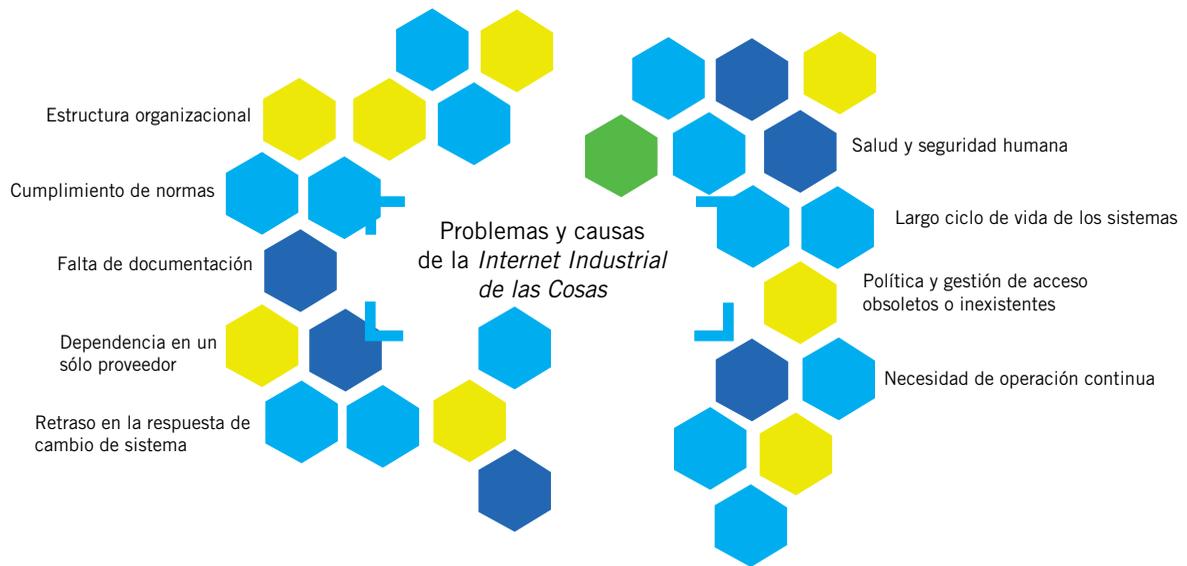


Figura 4. Desafíos para la defensa y resiliencia de la IIoT.

propietarios y operadores de activos no solo sean consumidores de plataformas, sino también busquen operar sus propias plataformas.

Por el momento, las capacidades de las primeras plataformas de la IIoT están sujetas a las tres familias tecnológicas que se mencionaron anteriormente:

- **Informática por sensores:** *OSIsoft* brinda a los fabricantes, empresas de servicios y mineras la gestión de datos en tiempo real. La empresa está construyendo una plataforma para recopilar datos de sensor y controlar procesos y así ayudar a los clientes a mejorar el rendimiento, conservar la energía o resolver temas de producción por lotes³⁴.
- **Analítica industrial:** *GE Software* ofrece su propia plataforma de la IIoT llamada "Predix" para su negocio de mantenimiento predictivo lucrativo. La plataforma proporciona analítica industrial para ayudar a sus clientes a evitar el tiempo improductivo de los equipos, optimizar las ganancias y gestionar los riesgos³⁵.
- **Aplicaciones de máquinas inteligentes:** *PTC*, a

partir de su adquisición de *ThingWorx* y *Axeda*, ha creado su plataforma de la IIoT para desarrollar y poner rápidamente en funcionamiento aplicaciones innovadoras al servicio de productos conectados³⁶.

Han surgido diversas sociedades tecnológicas y empresas industriales, que compiten para fijar las normas de interoperabilidad y participación en el ecosistema. La *IIoT Consortium* (IIC, por sus siglas en inglés) trabaja en la conexión e integración de máquinas con personas, procesos y datos con la mente puesta en una arquitectura e interoperabilidad común. *Open Interconnect Consortia* y *AllSeen Alliance* son dos sociedades de la Internet de las Cosas de fuente abierta recientemente lanzadas³⁷.

Las plataformas de la IIoT se encuentran en su etapa temprana de madurez. Los ejecutivos tendrán que elegir cuidadosamente y administrar sus plataformas, explorar los desafíos técnicos, esperar interrupciones en la interoperabilidad y en el uso compartido de datos y trabajar con los socios más cercanos de su empresa para conectarlos.

Promoviendo la confianza en la IIoT

¿Qué puede salir mal cuando las fábricas, equipos o instalaciones remotas están interconectadas y en línea? Muchas cosas, incluyendo las interrupciones de las operaciones, el sabotaje y la pérdida de vidas humanas por infraestructura dañada, ataques cibernéticos y robo de datos por parte de delincuentes, gobiernos extranjeros y empleados insatisfechos. Recientemente, un sistema de control de plataformas petrolíferas se informó *hacked* cuando los delincuentes informáticos lograron inclinar la plataforma del equipo de perforación, al tiempo que otro de los equipos de perforación se saturó de software malicioso (*malware*) de forma que le llevó semanas al operador retornarlo a un buen estado para flotar nuevamente⁴⁷.

Dadas estas amenazas de seguridad y otras consideraciones (Figura 4), está claro que la IIoT deberá contar con una arquitectura de seguridad físico-informática muy bien pensada. Los ejecutivos pueden respaldar este objetivo aumentando sus prácticas actuales de gestión de riesgos mediante las siguientes acciones:

- Aplicar técnicas no invasivas para emparchar activos remotos y usar sistemas de control industrial y automatización que no sean fácilmente parados.
- Gestionar sistemas operativos obsoletos y heredados, sistemas centrales y dispositivos que tengan una seguridad limitada o directamente no cuenten con ella.
- Identificar e inventariar la enorme cantidad de sensores, dispositivos y equipos que se encuentran en la red (una red eléctrica puede tener millones de dispositivos y sensores).
- Detectar y remediar *software* y *hardware* falsos o comprometidos.
- Salvaguardar la integridad de la información y los sistemas para la detección del acceso no autorizado y que los datos que caen en las manos equivocadas no sean corrompidos y reintroducidos en procesos críticos.
- Controlar y monitorear las conexiones de red para garantizar que solo existan las correctas entre los equipos industriales sensibles.
- Crear mecanismos de seguridad (*fail-safe*) para garantizar que los sistemas IT comprometidos, que ejecutan sistemas de control industrial, no causen daños físicos a las personas, la propiedad o generen otras consecuencias graves.
- Comprender las motivaciones de la competencia y adaptar las estrategias de mitigación de riesgos al peligro principal, por ejemplo, el robo de registros por única vez, el sabotaje o espionaje en curso.

Las empresas, los diseñadores de políticas, los clientes y otros grupos de interés tendrán que trabajar juntos para mitigar los riesgos de los equipos inteligentes conectados a redes.

Transformar la fuerza de trabajo para la IIoT

La IIoT dará paso a nuevas necesidades de la fuerza de trabajo a medida que genere redundancia en otras. Definitivamente, informatizará ciertas tareas y flujos de trabajo,

en particular, tareas repetitivas que hasta ahora han resistido la automatización. Para captar las mayores oportunidades presentadas por la IIoT, las empresas se concentrarán especialmente en buscar habilidades en la ciencia de datos, el desarrollo de *software*, ingeniería de *hardware*, pruebas, operaciones, marketing y ventas. Además, necesitarán esta base de talentos extendida para manejar tres actividades críticas:

1. Creación del nuevo sector de servicios en la IIoT

El ofrecimiento de híbridos producto-servicio necesita de una fuerza de trabajo para su creación, soporte y venta. Estos empleados incluirán gerentes de producto, desarrolladores de *software* para crear y probar nuevos servicios de información, diseñadores de *hardware* para desarrollar los productos, científicos de datos para crear e interpretar *analytics* e interfaces de usuarios y diseñadores de experiencias³⁸. Finalmente, se necesitarán gerentes de ventas y especialistas en marketing para posicionar y vender las nuevas ofertas de los proveedores de productos y servicios y entre canales de ventas. Por ejemplo “*Predix*”, la plataforma de *GE Software* para la IIoT hasta el momento, *GE Software* tiene vacantes para ingenieros de *software*, *hardware* y de analítica; ingenieros de pruebas y documentación, nube e infraestructura; desarrolladores de *software* de datos móviles y arquitectos de *software*; soporte de *software* y servicios; entrenamiento de producto y adquisición de talentos³⁹. A partir de la IIoT surgirán nuevas categorías de servicios. *Skycatch*, un fabricante de aeronaves no tripuladas (UAVs, en inglés), tiene hoy vacantes para ingenieros de *software* embebido, ingenieros para aplicaciones móviles con habilidades en iOS de *Apple* e ingenieros de operaciones en campo⁴⁰.

Asimismo, prevemos otro tipo de trabajos para la industria de aeronaves no tripuladas. Las empresas que necesitan UAVs para inspeccionar tuberías e instalaciones es probable que deseen subcontratar estas tareas en proveedores de servicios. Estas empresas necesitarán especialistas que pueda diseñar como operarán las UAVs y desarrollar las aplicaciones que controlen, monitoreen y realicen el inventario de equipos; técnicos que garanticen la conectividad entre las UAVs y la red y que integren los datos de drones a los sistemas de la empresa; y despachantes y agentes de servicio en campo para reparar o reemplazar las partes o investigar cuando una UAV detecta equipos dañados o intrusos.

2. Respaldo a los usuarios de productos y servicios industriales

Las empresas que ofrecen herramientas de la IIoT se esforzarán para que sean prácticas y fáciles de usar. Basta con analizar los avances en tecnología portátil como *Google Glass* y las interfaces de usuario como el *software* de realidad aumentada de *Metaio GmbH*, que combina información industrial y sobre movilidad⁴¹. Pero puede ocurrir que poner equipos y servicios inteligentes a trabajar requiera de un *know-how* técnico. Las empresas necesitarán ingenieros de proceso para integrar estos servicios a sus operaciones y encontrar la forma de mejorar la productividad del trabajador y del cliente. La ciencia de datos y las habilidades de análisis cuantitativo también serán críticos para aquellos que trabajen con datos entrantes.



CONFERENCIA DE PETRÓLEO Y GAS

ARPEL 2017

AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

25 al 27 de abril de 2017.

Hotel Conrad. Punta del Este, Uruguay

NUEVA REALIDAD ENERGÉTICA DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES

Conferencia ARPEL 2017: el principal foro regional de debate para los líderes del sector energético. En su quinta edición, el tema principal será la nueva realidad energética, y reunirá a los presidentes de las compañías más importantes y a destacadas autoridades, quienes presentarán su visión empresarial y gubernamental.

+ INFO

infoconferencia@arpel.org.uy
(+598) 2410 6993 ext. 141

www.conferenciaarpel.org

PATROCINADOR PRINCIPAL NACIONAL



PATROCINADOR PLATINO

YPF

PATROCINADOR ORO

Schlumberger

PATROCINADORES PLATA

KPMG



PATROCINADORES BRONCE

Coga



Declaramos de Interés Nacional



Declaramos de Interés por



APOYO:



3. Dominio de nuevas formas de trabajar

Los usuarios de productos y servicios de la IIoT no solo encontrarán nuevos trabajos para realizar, sino que tendrán que hacerlo diferente. Pensemos en los operadores de equipos: sus tareas requieren más sofisticación y habilidades cuando pasan de conducir los equipos en campo a operar UAVs y equipos robotizados desde un nodo (*hub*) o centro de servicios.

En el centro de operaciones de *Rio Tinto* en Perth, Australia, los operadores de equipos experimentados se ubican en un centro de comando remoto y trabajan con analistas de datos e ingenieros para orquestar las acciones de grandes perforaciones, excavadoras, movedoras de suelos y camiones volcadores. Los operadores comparten vistas de pantallas comunes de la mina y sus alrededores y realizan su trabajo en respuesta a las condiciones cambiantes;

por ejemplo, clima, rotura de camiones o grandes movimientos de equipos. Los analistas, que usan datos generados por equipos de censado de minas en todo el mundo, dan recomendaciones a los operadores en el Centro sobre cómo realizar sus tareas. El Centro ya dio resultados sorprendentes: aumento de la eficiencia y de la confiabilidad, variabilidad en disminución y una mejor identificación de problemas de rendimiento⁴².

Los avances en la tecnología robótica seguirán cambiando la forma de trabajar. Los robots de hoy generalmente se usan para realizar tareas peligrosas, altamente repetitivas y desagradables. Muchos robots continuarán funcionando así. Sin embargo, se está diseñando una nueva generación de robots para formar equipo con personas y trabajar de manera segura⁴³.

Siete pasos para avanzar

Finalmente, proponemos un camino para instalarse en el futuro. Ofrecer híbridos producto-servicio, explotar tecnologías inteligentes y transformar la fuerza de trabajo requerirá de una preparación anticipada. Los ejecutivos pueden hacerlo siguiendo estos pasos:

1. Pensar con audacia sobre el valor

Comenzar a probar una variedad de nuevos servicios que beneficien a los grupos de interés clave: clientes, fabricantes de equipos originales (OEMs) y distribuidores. Preguntarse: ¿qué híbrido producto-servicio además del monitoreo remoto y el mantenimiento predictivo de activos resuenan en nuestros clientes y en los clientes de ellos? ¿Qué producto, servicio y valor podemos entregar a los clientes? ¿Qué tan preparados estamos para acelerar o avanzar hacia un modelo de negocios de servicios y soluciones? ¿Cómo desarrollamos y agregamos el talento necesario para el éxito?

2. Pensar sobre el futuro ecosistema de socios

Las empresas trabajarán con socios y proveedores para crear y entregar servicios y llegar a los posibles nuevos clientes. Analicemos la asociación que se está dando entre empresas de hidrocarburos, cadena de valor, servicios de clima y los proveedores necesarios para dar servicios y productos IT, telecomunicaciones, sensores, analítica, entre otros. Preguntarse: ¿qué otras compañías también están tratando de llegar a mis clientes y a los clientes de ellos? ¿Qué otros productos y servicios funcionarán con los nuestros, y quienes los fabricarán, operarán y repararán? ¿Qué capacidades de información tiene mi empresa que ellos necesitan? ¿Cómo podemos utilizar este ecosistema para ampliar el alcance y la dimensión de nuestros productos y servicios a través de la Internet Industrial de las Cosas?

3. Comenzar hoy a diseñar y desarrollar su plataforma

Investigar los pros y los contras de las nuevas tecnologías. Desarrollar la arquitectura y el marco que incluirá a las redes de sensores, a la analítica industrial y al ecosistema de aplicaciones de máquinas inteligentes. Preguntarse: ¿cómo

Conectando IT y OT

La Internet de las Cosas en la Industria reúne a dos familias de tecnología separadas: Tecnología de la Información (IT) empresarial para la planificación de recursos, gestión de relaciones con el cliente y sistemas de soporte en las decisiones y la Tecnología de operaciones (OT) que monitorea y controla equipos en campo y procesos de fabricación y producción.

Estos mundos se convertirán en uno solo. Sin embargo, la fusión llevará tiempo porque las tecnologías son propiedad de diferentes funciones de negocios, operan bajo diferentes normas técnicas y son suministradas por distintos proveedores.

Realidades actuales

El software, los sensores y controles que ejecutan las instalaciones y equipos actuales son obsoletos y difíciles de actualizar. Las empresas no pueden incorporar fácilmente nuevas características y mejoras.

La integración limitada entre sistemas internos (apps de gestión, fuentes de datos de planta) y socios externos crea silos de datos.

Los sistemas operativos viejos y las tecnologías operativas vulnerables plantean riesgos de seguridad porque no pueden ser retirados o reemplazados fácilmente.

Visiones del futuro

Los sensores, las comunicaciones y otras tecnologías operativas trabajan conjuntamente con tecnologías de la información, y es probable que se estén “amalgamando” en la nube.

Se utilizan técnicas estándar, de desarrollo de software rápido para crear productos industriales inteligentes.

Un modelo de datos común y una arquitectura de detección y control que soporta el flujo de conocimientos y la acción en toda la organización y su ecosistema de socios.

Una infraestructura de IIoT confiable y resiliente a compromisos inevitables.

Limitada informática integrada o control de inteligencia a nivel dispositivo, producto o planta.

se diseñará la arquitectura: abierta o cerrada a los desarrolladores externos, clientes y terceros, como las firmas de telecomunicaciones y proveedores de soluciones? ¿Qué plataforma de Internet de la Industria nos ayudará a brindar y operar con éxito estos nuevos servicios en los múltiples canales?

4. Estudiar detenidamente el aspecto financiero

Considerar todos los aspectos financieros de antemano. Preguntarse: ¿Qué modelos financieros deberíamos usar para evaluar la rentabilidad de la inversión? ¿Cómo manejamos los costos de transición de un producto a un mix de producto-servicio? ¿Cómo afectará nuestros costos, precios y márgenes la adopción de distintos escenarios? ¿Qué ingresos se reutilizarán a medida de que pasamos a servicios?

5. Vender los canales de ventas para promocionar los nuevos productos y servicios digitales

Considerar todos los aspectos financieros de antemano. Preguntarse: ¿qué modelos financieros deberíamos usar para evaluar la rentabilidad de la inversión? ¿Cómo manejamos los costos de transición de un producto a un mix de producto-servicio? ¿Cómo afectará nuestros costos, precios y márgenes la adopción de distintos escenarios? ¿Qué ingresos se reutilizarán a medida de que pasamos a servicios? Evaluar si la red de vendedores y distribuidores de su empresa posee los incentivos y entrenamiento adecuado para soportar una estrategia de crecimiento. Preguntarse: ¿cómo podemos convencer a nuestros distribuidores de que se beneficiarán de la venta de servicios y de productos? ¿Es posible que puedan surgir conflictos entre canales cuando los servicios puedan venderse directamente en línea? ¿Cómo manejaremos este conflicto? Sus operaciones de marketing y soporte al cliente y servicio también necesitan estar preparadas para empujar las ventas.

6. Aclarar los derechos y obligaciones legales y garantizar el acceso a la información sobre la base instalada

Considerar qué control de datos y protecciones se deben establecer para brindar nuevos servicios digitales. Pre-

guntarse: ¿quiénes tienen permiso para usar los datos generados por una determinada parte de maquinaria, o empresa o propietario de equipos? ¿Cómo podemos persuadir a los propietarios para lograr el acceso? ¿Cómo afectan las leyes locales a los datos considerados sensibles o protegidos en diferentes países donde operan?

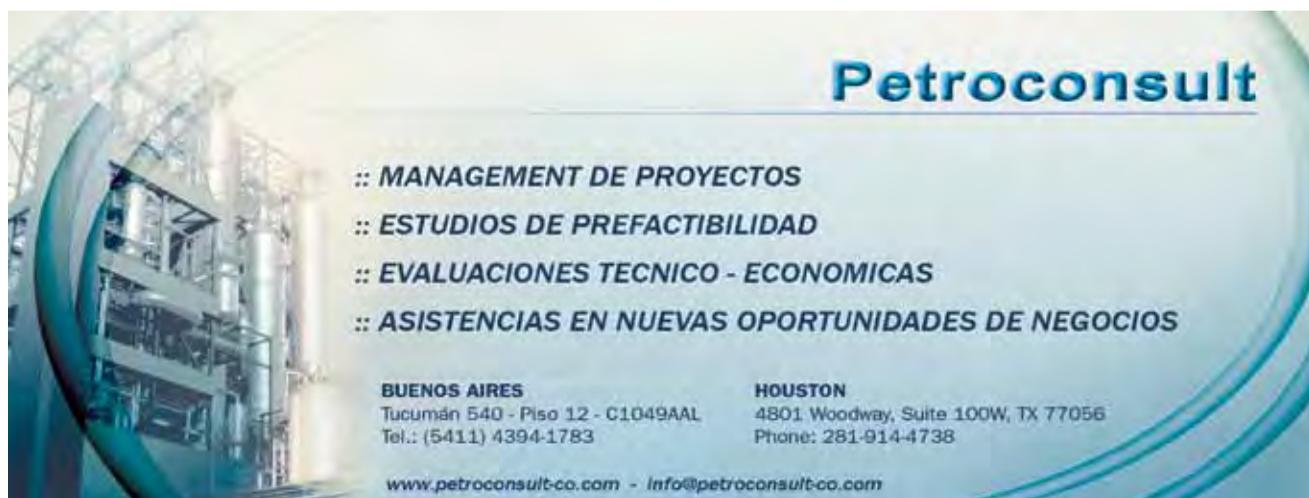
7. Poner a las personas en el centro de la ejecución de la estrategia

Pensar en cómo aumentar su fuerza de trabajo con máquinas inteligentes. Preguntarse: ¿cómo podemos proporcionar datos de tal forma que los expertos y aquellos que no lo son puedan trabajar fácilmente con ellos? ¿Cómo podemos aumentar la productividad del trabajador y otorgar a las personas las nuevas tecnologías de la Internet de las Cosas en la Industria? ¿Cuáles son las habilidades necesarias para operar negocios innovadores y con quiénes nos asociamos para obtener ese talento?

La Internet Industrial de las Cosas le brinda a las empresas nuevas oportunidades de crecimiento. Todavía es temprano; existen desafíos tecnológicos e importantes obstáculos a superar, particularmente en términos de conectividad y seguridad. No todos los productos pueden o necesitan estar conectados y ser inteligentes de inmediato. Pero entre la verdad actual y la anterior prevalece aún: los clientes de negocios necesitan productos y servicios que logren crear más valor que aquellos ofrecidos hoy. La IIoT que está surgiendo producirá nueva energía en el universo de los productos y servicios industriales. Para ser un grupo de interés viable, además de socio en el futuro competitivo en términos digitales –y así generar nuevos ingresos– las empresas deberán realizar los cambios necesarios. El momento de esforzarse es ahora. ■

Referencias bibliográficas

1. Copyright Oxford Economics Ltd. Global Industry Databank, accessed on June 12 2014. <https://www.oxfordeconomics.com/forecasts-and-models/industries/data-and-forecasts/global-industry-databank/overview>.



Petroconsult

- :: MANAGEMENT DE PROYECTOS
- :: ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD
- :: EVALUACIONES TECNICO - ECONOMICAS
- :: ASISTENCIAS EN NUEVAS OPORTUNIDADES DE NEGOCIOS

BUENOS AIRES
Tucumán 540 - Piso 12 - C1049AAL
Tel.: (5411) 4394-1783

HOUSTON
4801 Woodway, Suite 100W, TX 77056
Phone: 281-914-4738

www.petroconsult-co.com - info@petroconsult-co.com

2. David Floyer, "Defining and Sizing the Industrial Internet", Wikibon, June 27, 2013; Peter C. Evans and Marco Annunziata, "General Electric: Industrial Internet, Pushing the Boundaries of Minds and Machines," November 2012.
3. "Industry 4.0: Huge potential for value creation waiting to be tapped" Deutsche Bank Research, May 23, 2014.
4. G. P. Sullivan, R. Pugh, A. P. Melendez and W. D. Hunt, "Operations & Maintenance Best Practices: A Guide to Achieving Operational Efficiency, Release 3.0" Pacific Northwest National Laboratory, U.S. Department of Energy, August 2010.
5. Press release, "Accenture to Help Thames Water Prove the Benefits of Smart Monitoring Capabilities" March 6, 2014.
6. Scott MacDonald and Whitney Rockley, "The Internet de las Cosas en la Industria" McRock Capital.
7. James Wilson, "Miners tap into rich seam of internet of things" Financial Times, July 16, 2014.
8. Apple iOS 8 Preview, health; Clint Boulton, "Apple's New Health Focus Comes at Propitious Time" The Wall Street Journal. CIO Journal, June 10, 2014.
9. 2014 Accenture Technology Vision.
10. Accenture, "Remaking customer markets: Unlocking growth with digital" 2013.
11. Rajan Varadarajan, Manjit S. Yadav and Venkatesh Shankar, "First-mover advantage in an Internet-enabled market environment: conceptual framework and propositions" Journal of the Academy of Marketing Science (2008) 36:293-308; Fernando Suarez and Gianvito Lanzolla, "The Half-Truth of First-Mover Advantage" Harvard Business Review, April 2005.
12. Accenture, "Remaking customer markets: Unlocking growth with digital" 2013.
13. Michelin solutions press release, July 11, 2013.
14. Dipti Kumar, "Step on the Pedal of Cloud Services".
15. CruxialCIO.com, September 17, 2013.
16. Daimler Car2go website.
17. "ERP Services & IoT Implications" Pierre Audoin Consultants, May 2014.
18. 365FarmNet.com.
19. Jacob Bunge, "Big Data Comes to the Farm, Sowing Mistrust: Seed Makers Barrel Into Technology Business" The Wall Street Journal, February 25, 2014.
20. Presentation by Venkatesh Prasad and Ford Motor Company exhibit at O'Reilly Solid Conference, May 21-22, 2014. OpenXC night vision project page, Ford OpenXC platform website.
21. "Manufacturing Transformation: Achieving competitive advantage in a changing global marketplace" Oxford Economics, June 10, 2013.
22. Dean Takahashi, "Spansion goes battery-less with tiny 'Internet of things' chips" Venturebeat.com, June 5, 2014.
23. Larry Downes and Paul Nunes, "Big Bang Disruption: Strategy in the Age of Devastating Innovation" Penguin Group US. Kindle Edition.
24. James Carbone, "Expect Sensor Prices to Fall" Digikey. com, December 18, 2013; Paula Doe, "Sharply Falling MEMS Prices Spur Rising Demand" Semi.org, July 6, 2010.
25. Gartner, "Gartner Says the Internet of Things Installed Base Will Grow to 26 Billion Units By 2020" December 12, 2013.
26. ZF Friedrichshafen AG, "TraXon - The New, Modular Transmission" www.ZF.com; "ZF's new modular TraXon Truck Transmission leads innovation" Primemovermag. com.au, August 15, 2012.
27. Daniel Terdiman, "How GE got on track toward the smartest locomotives ever" CNet.com, June 21, 2014.
28. Wayne Grayson, "Caterpillar pushes dealers missing out on billions in sales each year to increase use of telematics data" Equipment World, May 21, 2014.
29. G. C. Skipper, "Predictive maintenance and condition-based monitoring" ConstructionEquipment.com, February 22, 2013.
30. vRad.com future of radiology microsite.
31. Opower website; "Demand Response Programs Will Reach Nearly \$10 Billion in Annual Revenue by 2023" Navigant Research, June 5, 2014.
32. Volvo Construction Equipment website, www.volvoce. com.
33. Chris Kanaracus, "SAP, BMW Research Project Will Connect Drivers with Real-time Offers and Services" PCWorld, February 26, 2014; BMW Group Research and Technology Testimonial (English), www.sap-customers. com.
34. Michael Belfiore, "We Could Build a Solar-Powered Roadway. But Will We?" PopularMechanics.com, June 11, 2014.
35. Patrick Waurzyniak, "Connecting the Digital World with the Factory Floor," Manufacturing Media Engineering, April 1, 2014.
36. "Chemicals and Petrochemicals" OSIsoft website, osisoft.com.
37. "Predix" GE Software website.
38. "ThingWorx" PTC website, PTC.com.
39. Don Clark, "New Tech Group Joins Crowded Field to Set Rules for 'Internet of Things'" The Wall Street Journal, July 8, 2014; Quentin Hardy, "Intel, Qualcomm and Others Compete for 'Internet of Things' Standard" The New York Times Bits Blog, July 8, 2014.
40. Accenture analysis of Industrial Internet job openings on June 12, 2014.
41. GE.jobs.com, June 12, 2014.
42. Jobs at Skycatch, <https://angel.co/skycatch/jobs>, June 12, 2014.
43. Metaio website.
44. Robert H. Thomas, Alex Kass and Ladan Davarzani, "From looking digital to being digital: The impact of technology on the future of work" Accenture 2014. Accenture did not participate in the creation of the Perth operations center and is not involved in running the center.
45. Robert J. Thomas, Alex Kass and Ladan Davarzani, "Fast and furious: How digital technologies are changing the way we work" Accenture Outlook Journal, 2013, No. 3.
46. Robert N. Charette, "This Car Runs on Code" IEEE Spectrum, February 1, 2009.
47. Accenture Institute of High Performance research using data and statistics from the Federal Aviation Administration and the Bureau of Transportation Statistics of the U.S. Department of Transportation, the U.S. Bureau of Labor Statistics and Airlines for America (formerly known as the Air Transport Association of America, Inc.).
48. Taleris website, "Etihad Airways and Taleris Implement New Technology to Predict Aircraft Maintenance Faults, Reduce Flight Delays" BusinessWire, June 18, 2013; "Brains for Planes: Etihad Taps Big Data to Keep Planes on Time" GE Reports, June 18, 2013.
49. The World Economic Forum report "Global Risks 2014" Jeremy Wagstaff, "All at sea: global shipping fleet exposed to hacking threat" April 23, 2014.

**Be part of the
greatest global event
in the natural gas sector
focused on RD&I**

May 24-26, 2017 | Riocentro – Pavilion 5 – Rio de Janeiro – Brazil

**Registration is open. Enjoy the early
bird special fees until March 10, 2017.**

igrc2017.com.br

Under the auspices of:



Organized by:





“Gestión integral de activos: hacia la excelencia operacional”

Por *Ing. Andrés Menini* e *Ing. Mario Bajda*

En el nivel mundial, el modo de gestionar los activos de una compañía está cambiando y comenzó a seguir las reglas de un nuevo paradigma.

Se trata de una nueva visión transversal e integral de las operaciones que visualiza a la organización como un todo y promueve la interrelación de las diferentes áreas especializadas a lo largo de todo el ciclo de vida de los activos (visión sistémica). En el marco de este nuevo enfoque, en contraposición a los modelos tradicionales orientados a perfeccionar únicamente la especialización de cada área o función, la norma ISO 55.000 propone



En lo que se entiende como un cambio de paradigma, la Gestión Integral de Activos surge como algo esencial para una operación segura, rentable y amigable con el ambiente; se trata de un aspecto transversal a la organización y una obligación para minimizar el riesgo de accidentes, los costos y los incidentes ambientales. En este trabajo se plantean algunos ejemplos aplicados a la industria de los hidrocarburos.

gestionar a los activos de una compañía de un modo integral, desde su concepción hasta el fin de su vida útil y su disposición final.

Si bien la norma es relativamente reciente, algunas empresas de la Argentina comienzan a alinearse con la misma y a materializar los beneficios asociados.

El tema despertó tal interés en la industria de Oil & Gas que derivó en la conformación de la Comisión de Gestión de Activos y Confiabilidad del IAPG, presidida por Mario Bajda, Gerente Mantenimiento *Downstream* de YPF (ver recuadro al final de la nota).

¿Qué es la norma ISO 55.000?

La norma ISO 55.000 constituye una importante guía para la Gestión Integral de los Activos de una organización a través de la ejecución de actividades y prácticas coordinadas y sistemáticas que contemplen su desempeño, riesgos y gastos a lo largo de todo el ciclo de vida, de manera alineada con el plan estratégico de la compañía.

Así, permite conectar los objetivos estratégicos de la empresa, de corto, mediano y largo plazo, con las actividades de gestión de activos del día a día, y destaca la importancia de tener un buen sistema de registro de datos, ya que el éxito se basa en el análisis de la confiabilidad de los activos.

De esta manera, brinda una especial atención a los aspectos de ingeniería de confiabilidad para alcanzar un alto nivel de excelencia.

¿Por qué la Gestión Integral de Activos es un esfuerzo integrado?

El nuevo paradigma justifica acabadamente que la Gestión Integral de Activos no es responsabilidad de un área en particular, sino que involucra a todas las áreas de la organización que tienen protagonismo a lo largo del ciclo de vida completo de los activos, desde su diseño hasta su disposición final, pasando por las etapas de compras, almacenamiento, construcción, inspección, puesta en marcha, operación y mantenimiento. El fuerte cambio cultural que implica la Gestión Integral de Activos sugiere que la misma sea impulsada por las unidades operativas, normalmente, los “dueños” de los activos, pero debe ser motivada y apoyada por el máximo nivel de la organización.

En este sentido, desde la Comisión de Gestión de Activos y Confiabilidad del IAPG se están encarando diversas acciones de difusión destinadas a instalar el tema en la agenda de las compañías más importantes de la industria.

Visión transversal y objetivos compartidos

La Gestión Integral de Activos es esencial para una operación segura, rentable y amigable con el medio ambiente. No es un aspecto exclusivo de una industria ni de un segmento en particular, sino que es transversal a toda la organización.

Es “un deber” para minimizar el riesgo de accidentes, costos e incidentes medioambientales. Los directivos deben darle una importancia comparable a otros aspectos clave del negocio, como la seguridad, el medio ambiente y la calidad.

Como se puede observar en la figura 1, todas las áreas tienen responsabilidades para el cuidado del activo. Operaciones es el que debe impulsarlo, ya que en sus instalaciones están las principales fuentes de fallas que se deben eliminar durante el ciclo del activo, desde su diseño hasta su disposición final. En resumen: la Gestión Integral del Activos es **responsabilidad de todos**. Y debe existir concientización e involucramiento de toda la fuerza de trabajo, ya sea propia o de contratistas.

Beneficios de la Gestión Integral de Activos

Según Andrés Menini (IMR), vicepresidente de la comisión, la Gestión Integral de Activos ofrece los siguientes beneficios sustentables para la organización:

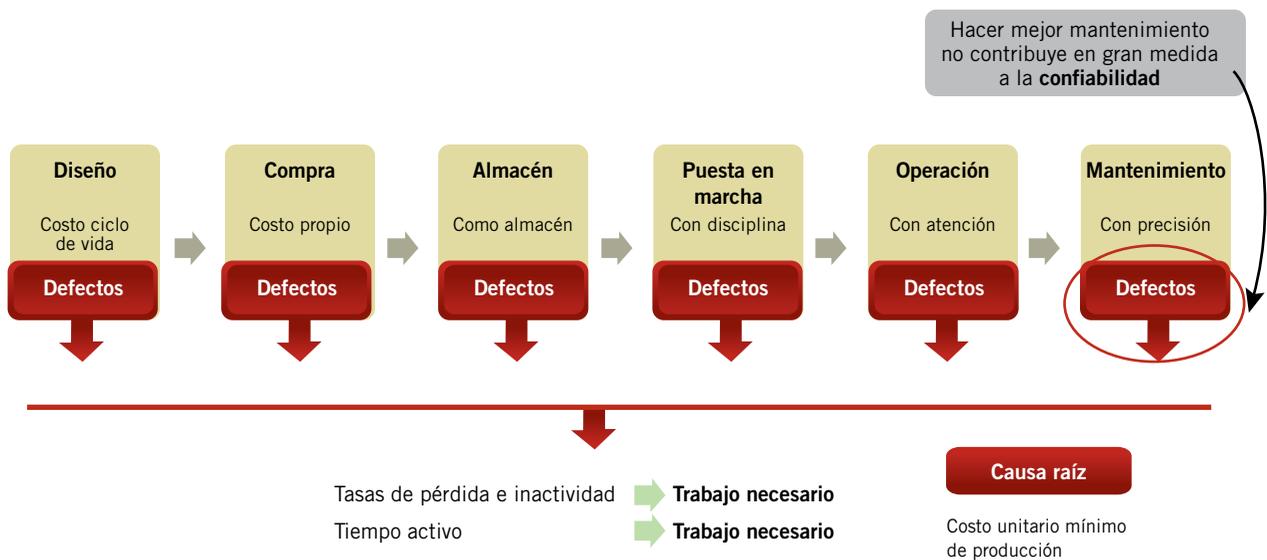


Figura 1. Responsabilidades de las áreas en la gestión de activos.

- **Rendimiento del negocio.** El rendimiento mejorado de los activos puede resultar una mejora en el servicio, los *outputs* y el retorno de la inversión.
- **Eficiencia operativa.** Reducción de costos y mejora del rendimiento de activos sin sacrificar rendimiento a largo plazo. Reducción sostenida de los costos totales de operación a través de la extensión de la vida de los activos dentro del rango entre el 20% y el 40%.
- **Reducción del riesgo.** Transparencia y coherencia en la identificación, la cuantificación, la información y el control de los riesgos relacionados con los activos, reduciendo así las pérdidas financieras, mejorando la seguridad/confiabilidad y minimizando el impacto ambiental.
- **Satisfacción del cliente.** A través de prácticas y procesos repetibles (sistemáticos) y consistentes suministrados por el Sistema de Gestión de Activos, los niveles de satisfacción del cliente pueden ser garantizados y alcanzados.
- **Confianza de los interesados** (empleados, accionistas, vecinos, clientes, proveedores, etc.). La confianza de los interesados (*stakeholders*) se puede lograr con un estado de operación fiable y predecible.
- **Sustentabilidad.** El manejo adecuado y evidente de los efectos a corto plazo frente a los efectos a largo plazo, los gastos y el rendimiento, mejora la sustentabilidad de las operaciones a largo plazo.
- **Cultura de la organización.** Establecer un equipo interdisciplinario de trabajo, con un sentido de propósito y propiedad común, puede dar lugar a una mayor innovación, motivación y satisfacción de los empleados.

Factores claves de éxito

Con base en la experiencia compartida por diversas compañías en el nivel internacional y la propia experiencia que de YPF en el ámbito local, la exitosa implementación de la Gestión Integral de Activos requiere dedicación en ciertos aspectos clave:

- **Compromiso y liderazgo de la alta dirección** plasmado en una Política de Gestión de Activos, en el seguimiento visible de las iniciativas de mejora y en el apoyo al cambio cultural que implica.
- **Objetivos** claros, medibles, alcanzables, relevantes y oportunos. Esto no es un aspecto nuevo pero suele ser olvidado. Es un potente disparador a la hora de generar un cambio de hábitos.
- **Trabajo en equipo y visión transversal** de todas las áreas involucradas en pos de alcanzar los objetivos definidos por la Alta Dirección.
- **Gestión del riesgo** soportada por una política que contemple la identificación de los riesgos, su análisis, su evaluación y su adecuado tratamiento. La norma ISO 31.000 da lineamientos al respecto.
- **Toma de decisiones basada en información** (legal, regulatoria, procesos, procedimientos, bases de datos, etc.). “Lo que no se mide no se puede mejorar”.
- **Gestión por procesos y mejora continua** que contribuyan a la visión horizontal e integral del ciclo de vida de los activos.
- **Disciplina organizacional** para afrontar el cambio cultural.

Principios y atributos clave de la Gestión de Activos

El abordaje propuesto por la norma ISO 55.000 se rige por los siguientes principios:

- **Holístico:** abarca todo el entorno en donde se encuentran adscritos los activos objeto de estudio.
- **Sistemático:** enfoque metódico, repetible y fuertemente basado en procesos transversales.
- **Sistémico:** considera los activos de un sistema en su totalidad, buscando optimizar su valor global.
- **Basado en riesgo:** al enfocarse en recursos y gastos y definir prioridades para la identificación de riesgos y los costos/beneficios asociados.
- **Óptimo:** ejecuta siempre la acción que genere el mejor valor.
- **Sustentable:** considera las consecuencias a largo

plazo de las actividades (acción u omisión) de corto plazo.

- **Integrado:** reconoce que las interdependencias y esfuerzos combinados son vitales para el éxito.

Algunos indicadores

Según la experiencia recogida por Bajda en diversos congresos internacionales, la Gestión Integral de Activos está íntimamente vinculada con la seguridad de las operaciones, como se muestra en las figuras 2a, b y c.

Implementar no es sinónimo de certificar

En función de los beneficios y mejoras que pueden capturarse adoptando una Gestión Integral de Activos alineada con la norma ISO 55.000, YPF ha comenzado a trabajar en la mejora de sus procesos de Gestión de Activos, alineándolos con las buenas prácticas establecidas en la misma.

En la vicepresidencia de *Downstream* se desarrolló la estrategia de implementar las buenas prácticas de Gestión de Activos en los tres complejos industriales de Refino (La Plata, Luján de Cuyo y Plaza Huincul) y en el negocio de Logística.

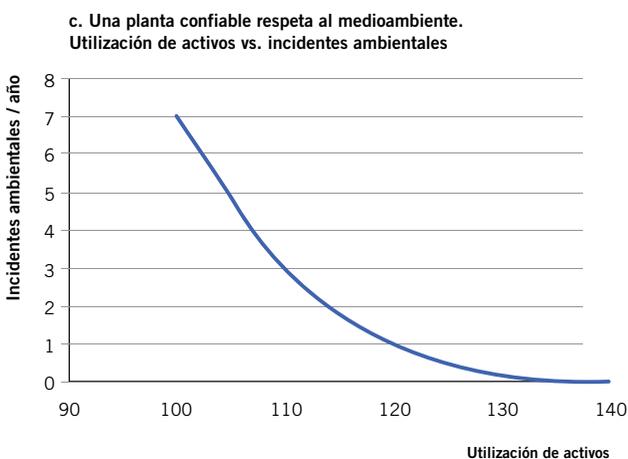
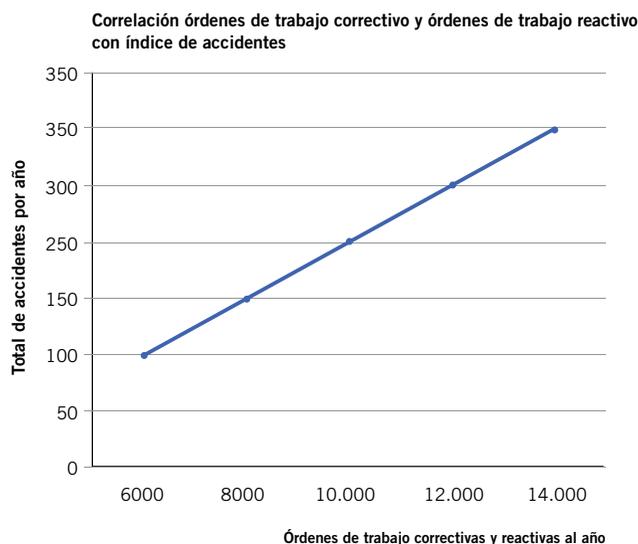
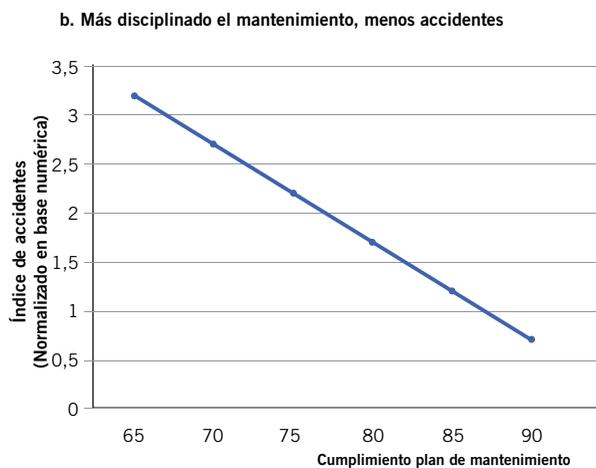
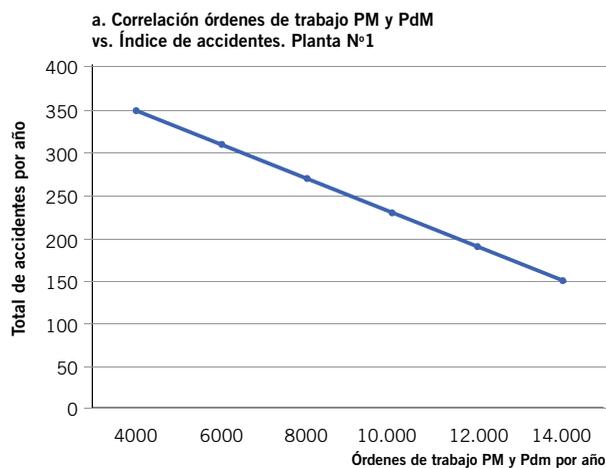
La implementación de mejores prácticas de Gestión de Activos se realiza en forma evolutiva, con foco en aquellos aspectos que aportan mayores beneficios en el corto y mediano plazo, sin perder de vista el marco completo de la norma.

Se formó un equipo de trabajo interdisciplinario, con más de 130 personas representantes de las diversas operaciones y todos los sectores involucrados (Dirección de Ingeniería, Gerencia de Compras y Contratos, Catalogación, Almacenes, Importaciones, Producción, Ingeniería y Mantenimiento, Relaciones laborales, Recursos humanos, Sistemas de información, Seguridad, Salud y Medio ambiente), y se designó al Gerente Ejecutivo de Refino como Sponsor del programa de mejora, en el marco del Plan Estratégico. A su vez, se designó un Comité Ejecutivo conformado por los vicepresidentes de los distintos negocios, que da seguimiento al programa.

Se desarrolló un plan de trabajo que contempló las siguientes etapas:

1. Entendimiento y capacitación sobre los conceptos principales de la Gestión Integral de Activos

El primer aspecto sobre el que se trabajó fue entender de manera integral el alcance de la norma. En general



Figuras 2a, b, c. Influencia de la gestión integral de activos en la seguridad de las operaciones.

las diferentes áreas veían solo “su” parte de la Gestión de Activos, la que corresponde a su ámbito de trabajo, y no visualizaban la gestión integrada, de punta a punta, que pregona la norma.

Se trabajó con los referentes claves de cada sector en los aspectos relevantes de Gestión Integral de Activos, para que adopten esta visión holística, que les facilite la identificación de mejoras.

2. Identificación de iniciativas de mejora relacionadas con la Gestión Integral de Activos

En esta etapa se realizaron talleres de trabajo interdisciplinarios para identificar aspectos que pudieran ser mejorados con base en los lineamientos establecidos por la norma, que tengan impacto en la eficiencia de la compañía.

Muchas de las mejoras requirieron un abordaje conjunto de más de un sector.

Algunas de las principales iniciativas de mejora identificadas son las siguientes:

Iniciativas que mejoran la provisión de materiales/repuestos para los equipos

Se identificaron diversos frentes a trabajar en conjunto con Compras y Contrataciones, Almacenes, Catalogación y los sectores Usuarios, que apuntaron a mejorar los siguientes aspectos:

- Tener mayor precisión y visibilidad de los tiempos de provisión de materiales, agilizando el proceso de abastecimiento de repuestos para los equipos.
- Disminuir los costos asociados a dichas provisiones (nacionalización de partes no críticas, generación de contratos marco, etc.).
- Optimizar los stocks de materiales en almacenes.

Iniciativas para mejorar la gestión de contrataciones de servicios

Se identificaron aspectos del proceso de contratación que presentan oportunidades de mejora, tanto para la disminución de los tiempos de contratación como para acotar los cos-



Mano de obra multifunción

- Auxiliares de mantenimiento multifunción: implica que los auxiliares de mantenimiento puedan realizar ciertas tareas de baja complejidad y sin riesgos relevantes, sin la necesidad de involucrar a las especialidades. Esto permite disminuir los tiempos totales de ejecución de las tareas y optimizar la asignación de los recursos.
- Personal de operaciones a cargo de realizar tareas menores de mantenimiento: implica que el personal de operaciones, debidamente capacitado, realice determinadas tareas menores de mantenimiento, que no revisten de complejidad ni implican riesgos. Esto permite optimizar la asignación de recursos y mejora el cuidado de los equipos, ya que transforma a Operaciones en el “primer mantenedor”.

tos de los contratos a la especificación técnica de los servicios que se solicitan (uso de planillas de cotización estándar basadas en la estructura de costos, participación oportuna y adecuada de usuarios en el análisis de las ofertas técnicas, etc.).

Sistematización de análisis de causa raíz

- Se identificó la necesidad de definir y acordar, entre todos los sectores involucrados, la metodología para realizar un adecuado análisis de causa raíz de las fallas/problemas identificados, principalmente en equipos críticos o que tienen un potencial impacto alto en la producción, la seguridad y/o el medio ambiente.
- Se identificaron los principales malos actores y se trabaja en el análisis de causa raíz con la metodología definida.

Mejoras en sistemas de soporte a los procesos

Se identificaron algunas oportunidades de mejora respecto de los sistemas informáticos que se utilizan para soportar los procesos involucrados en la Gestión Integral de Activos. Contar con sistemas adecuados y amigables a los Usuarios agiliza los procesos y mejora la cantidad y la calidad de información con que se cuenta para tomar decisiones. Actualmente, se trabaja en un proyecto piloto de implementación de un *software* que soporte la gestión de activos de manera integral.

Definición de objetivos y metas compartidos entre sectores

Teniendo en cuenta que la norma prevé la interacción de muchos actores a lo largo del ciclo de vida de un activo, se planteó la necesidad de definir objetivos comunes entre las áreas como punto de partida para comenzar a trabajar más integradamente. En este sentido, se ha avanzado en la definición de acuerdos de nivel de servicio entre los sectores Usuarios, Almacenes, Compras y Catalogación por un lado, y también entre Operaciones y Mantenimiento por otro. Esta práctica favorece sustancialmente la visión horizontal e integral para la resolución de problemas comunes.

3. Definición de plan de implementación de las iniciativas identificadas

Cada una de las iniciativas de mejora cuenta con un líder y un equipo de trabajo específico, quienes en conjunto con un equipo designado para realizar la gestión del programa (PMO por la sigla en inglés de *Program Management Office*) elaboraron una planificación de cada iniciativa, que contempla tiempos, requerimientos de recursos, costos y estimaciones de ahorros, riesgos asociados y acciones de mitigación, objetivos e hitos a cumplir, y entregables para cada una de las fases del proyecto (Figura 3).

Para el armado de los planes de trabajo se tuvieron en cuenta algunos aspectos que promueven una adecuada implementación de las mejoras, como:

- Impacto en los procedimientos: se propuso que las mejoras que tengan que ver con cambios de metodologías o de conductas de las personas queden reflejadas en los procedimientos que correspondan, debidamente elaborados, validados por todos los actores involucrados y difundidos hasta los niveles operativos.
- Capacitación: se consideraron en los planes de trabajo todas aquellas actividades de capacitación necesarias para que las personas estén en pleno conocimiento de los procesos implementados y puedan ejecutarlos de acuerdo con lo estipulado en los procedimientos.
- Comunicación: se incluyeron en los planes las distintas comunicaciones, en los distintos niveles de la organización, que se requieren para comunicar los procesos de trabajo definidos.

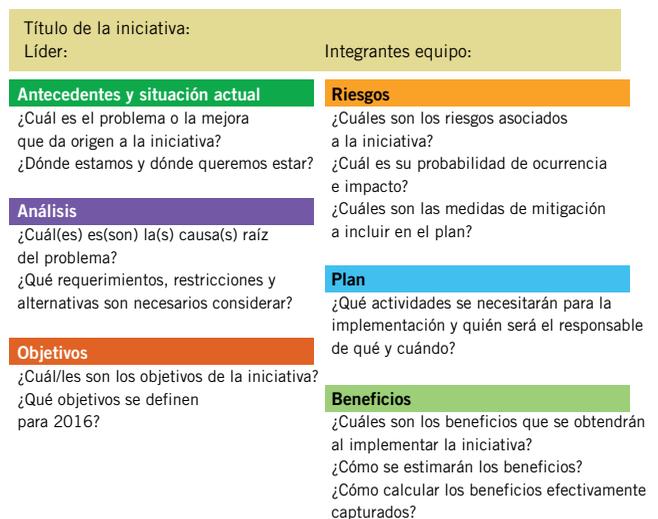


Figura 3. Metodología A3 LEAN utilizada para la planificación.

Foro de la Industria del Petróleo y del Gas

La mejor opción para sus consultas técnicas

- Upstream
- Midstream
- Downstream
- Comercialización
- General
- Comisión de Tecnología
- Búsqueda Laboral
- Energía

www.foroiapg.org.ar

Comisión de Gestión de Activos y confiabilidad del IAPG

Con el objetivo de impulsar el desarrollo, la divulgación y la implementación de las mejores prácticas en la gestión de los activos físicos en la industria de los hidrocarburos, en 2014 se conformó la Comisión de Gestión de Activos y Confiabilidad del IAPG, actualmente presidida por Mario Bajda (YPF), en la que participan referentes de las principales compañías operadoras, transportadoras, distribuidoras y de servicios de la industria en el país.

Dicha comisión trabaja activamente para crear las condiciones necesarias que permitan que las compañías de la industria lleven a cabo una gestión integral y eficiente de sus activos, con una visión transversal, a lo largo de todo el ciclo de vida de los mismos, desde su diseño hasta su disposición final. De esta manera, se encarga de la investigación y la difusión de las mejores prácticas de manera alineada con lo establecido en las normas ISO 55.000, 55.001 y 55.002.

Asimismo, la Comisión trabaja de forma coordinada con otras comisiones del IAPG, lo que facilita la colaboración, la sinergia y el intercambio de información en este y otros campos de conocimiento relacionados.

Se consideró como factor clave el trabajo en equipo que permitiera compartir experiencias y problemáticas y promoviera la definición de mejoras que beneficien a los distintos actores.

4. Implementación del plan definido. Captura de beneficios cuantificables

Cada líder de iniciativa y su equipo son los responsables primarios de la implementación del plan definido y validado, contando con el apoyo de las Gerencias de los Negocios y el Sponsor, quien tiene un alto nivel de involucramiento en el seguimiento de cada iniciativa.

Según el propio Sponsor, el esfuerzo dedicado por todos los involucrados es alto, pero claramente se justifica cuando se pone sobre la mesa la captura de importantes beneficios económicos que se obtienen desde 2015, cuando se puso en marcha el programa. “Es verdad que todas estas iniciativas implican un esfuerzo adicional al día a día de cada uno de nosotros, pero es el camino por transitar para dar un salto de calidad que nos permitirá trabajar mejor en el futuro, logrando un alto nivel de excelencia en las operaciones y mejorando la eficiencia de la compañía.

Como se induce en la norma, el involucramiento de la gente de los diversos sectores ha generado un círculo virtuoso en el que la obtención de ciertos beneficios generó más compromiso y motivación para continuar identificando nuevas iniciativas de mejora.

5. Seguimiento y captura de beneficios

El seguimiento de la implementación de cada iniciativa es otro aspecto clave que ayuda a que el “día a día” no le quite visibilidad al programa de mejoras. El equipo de PMO dedicado a ese fin colabora con el soporte metodológico y coordina reuniones de seguimiento periódicas con los equipos de trabajo para analizar los avances, identificar potenciales desvíos y proponer acciones correctivas. Adicionalmente se realizaron reuniones periódicas para informar avances y beneficios obtenidos al Comité de Dirección.

“Las buenas prácticas de Gestión de Proyectos son un aliado clave para darle continuidad y visibilidad a los avances y acompañar el cambio.

Este esfuerzo representa un gran cambio cultural y esto requiere constancia y disciplina”, remarca Bajda.

6. Alineamiento de la estructura organizacional

Los excelentes resultados obtenidos hasta el momento dieron fundamentos suficientes para pensar en una adecuación de la estructura, creando la organización de Gestión Integral de Activos, que informa a la Gerencia de Planificación y Desarrollo Técnico.

La nueva estructura tendrá un carácter transversal a todo *downstream*, coordinando especialistas de las diversas operaciones del negocio y tendrá como principal misión garantizar la uniformidad de criterios en la aplicación de las buenas prácticas de Gestión Integral de Activos. Considerando el tamaño y la complejidad de YPF, se dará prioridad a los equipos estáticos, previendo incorporar el resto de los activos (equipos rotantes, instrumentos, electricidad) en “olas” sucesivas de implementación, subrayó Bajda.

Lecciones aprendidas

Una buena Gestión Integral de Activos genera enormes beneficios para una compañía y es el camino para lograr una mayor vida útil y eficiencia de los activos, haciendo que las inversiones sean más rentables, en el difícil contexto económico por el que atraviesa la industria.

La norma ISO 55.000 es el camino que están eligiendo empresas de todo el mundo para lograr una buena Gestión de Activos, ya que brinda los lineamientos esenciales que permiten mejorar la forma de trabajar a lo largo de todo el ciclo de vida del activo.

No es imprescindible buscar la certificación de la norma pero sí seguir los lineamientos sugeridos por la misma, para no reinventar la rueda y acortar los plazos de implementación.

En esa línea, YPF está obteniendo beneficios significativos derivados de trabajar con una Gestión Integral de Activos.

Puede resultar beneficioso comenzar por una implementación de las buenas prácticas de manera evolutiva, que genere la confianza en la Alta Dirección para, más adelante, evaluar la conveniencia y la estrategia de certificación de la norma, que transforme las buenas prácticas en un modelo de gestión auditable. ■

¡Inscríbete hoy
y ahorra **USD 200!**

LACPEC 2017

SPE Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference

Creando Oportunidades Hoy Para Un Mejor Mañana

17-19 de mayo ❖ Buenos Aires, Argentina

www.spe.org/go/conectaLACPEC

“Este año el LACPEC será un evento muy relevante que facilitará el intercambio de conocimiento práctico y estrategias para capitalizar las oportunidades en E&P de petróleo y gas en la región. Espero verlos en el LACPEC en Argentina, donde iniciaré mi gira como presidente de la SPE”

Presidente para el 2017 de la SPE
Janeen Judah, Chevron



Society of Petroleum Engineers



La composición impositiva y tributaria del precio del petróleo y del gas en la Argentina



Un desglose de los elementos que componen la estructura de la actividad de los hidrocarburos en el país y una comparación con los países vecinos.

Por *Ing. Vicente Serra Marchese*

Impuestos sobre los ingresos, los beneficios y las ganancias de capital

- I.1 Impuesto a las Ganancias.
- I.2 Impuesto a la Ganancia Mínima Presunta.

Aportes y contribuciones a la seguridad social

- II.1 Régimen para los trabajadores en relación de dependencia.
- II.2 Régimen de trabajadores autónomos.

Impuestos sobre la propiedad

- III.4 Impuesto sobre los Créditos y Débitos en Cuentas Bancarias y Otras Operatorias

Impuestos internos sobre bienes y servicios

- IV.1 Impuesto al Valor Agregado.
- IV.2 Impuestos Internos.
Impuestos sobre los Combustibles Líquidos y el Gas Natural.
- IV.3 Impuesto a la Energía Eléctrica.
- Fondo Nacional de Energía Eléctrica.
- IV.4 Impuesto sobre el Gas Oil y el Gas Licuado para uso Automotor.
- IV.5 Impuesto sobre Naftas y Gas Natural destinado a GNC.
- IV.6 Recargo al Gas Natural.

Impuestos y tributos municipales

- IV.7 A los ingresos brutos.
- IV.8 Contribuciones que inciden sobre los inmuebles.

- IV.9 Contribuciones que inciden sobre la actividad comercial, industrial y de servicios.
- IV.10 Contribuciones que inciden sobre la ocupación y el comercio.
- IV.11 Contribución que incide sobre automotores, acoplados y similares.
- IV.12 Derecho de inspección y control de pesas y medidas.

Impuestos sobre el comercio y las transacciones internacionales

- V.1 Derechos de importación.
- V.2 Derechos de exportación.
- V.3 Tasa de estadística.

Tasas - Tributos con destinos específicos

- VI.1 Tasa viales provinciales.
- VI.2 Tasa hídrica.

Según la Unión Industrial Argentina (UIA), en 2015 el peso de los impuestos sobre las empresas argentinas alcanzaba –tras aumentar más de 10 puntos en la última década– el 34% en relación con el PBI; el mismo nivel que existe en los países más ricos del mundo y 10 puntos más que el promedio de los vecinos de América latina.

Además, los servicios básicos que brindan los países vecinos, como seguridad o infraestructura, se cargan a los precios. Y gravita como otro fac-

Mucho se ha hablado de la competitividad de nuestra economía y la probable subvaluación del dólar, con el simple hecho de comparar la economía, mediante precios finales de venta al consumidor *versus* los vigentes en otros países que se toman de referencia.

Para evitar comparaciones equívocas, es necesario desafectar la carga impositiva y de tributos asociados de los valores finales, así se podrá hacer una comparación a nivel de costos de producción y precios de venta sin impuestos.

A tales efectos, debe considerarse, en primer lugar, la composición impositiva y las tareas específicas que rigen la actividad sobre la cual se realizará la comparación. Los tributos vigentes en la Argentina pueden apreciarse a continuación.

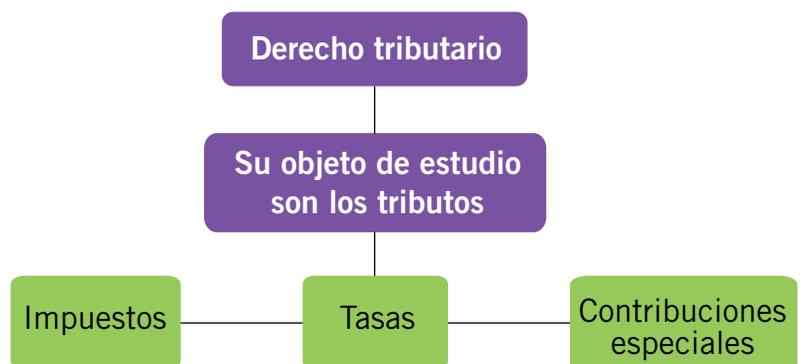


Figura 1. Tributos estudiados por el Derecho Tributario.

tor más en la falta de competitividad. En promedio, la presión consolidada en América latina llegó el año pasado al 24,4%, según los datos de la UIA. Es decir, el 40% del precio final de los alimentos son impuestos. De cada \$100.000 gastados en un auto, \$54.000 son impuestos.

En 2001, la población total que vivía del Estado era del 18,4%, según datos de la consultora de Orlando Joaquín Ferreres. En 2015 se llegó al 40,3%.

Comparaciones con América latina

Antes de enviar a las firmas locales al mercado internacional o de abrir las importaciones, se debe analizar el grado de vulnerabilidad y hacer un análisis de precios de transferencia; es decir, el precio que se podría fijar en las mismas condiciones que en un mercado de competencia, y que hubieran sido utilizadas por entidades que no mantuvieran vínculos entre sí, siempre respetando el principio de neutralidad tributaria. Algo que la dirección de Defensa de la Competencia está en condiciones de realizar.

En la Argentina, la tasa de ganancia para empresas (sobre utilidades no distribuidas) es del 35%, mientras que en el resto de América latina es del 27%; y el IVA es del 21%, contra

el 13,2% promedio de la región; en tanto, el aporte de las empresas a la Seguridad Social está entre el 23% y el 27%, frente al 15,8% en otros países. Por cierto, en los países vecinos no existen los Ingresos Brutos y el impuesto al cheque.

Asimismo, dentro de algunas actividades específicas como el de combustibles y de la energía, se deben agregar impuestos específicos y pagos por regalías que son contribuciones por derechos de actividad a la provincia cuyo recurso es explotado. La ley 11.683 de Procedimiento Tributario califica a las regalías como impuestos.¹ En el caso de los combustibles, los elementos en los que se basan surgen del artículo 59 de la ley 17.319 y son los siguientes:

- Hecho imponible:* producido por la explotación de hidrocarburos considerando solo la producción computable (la misma se define en el acápite de liquidación y pago 7).
- Sujeto pasivo:* concesionario de la explotación y/o permisionario de exploración.
- Sujeto activo:* Estado nacional.
- Base imponible:* valor de boca de pozo de la producción computable de los hidrocarburos líquidos y gas natural.
- La alícuota:* 12%.

En el caso del agua, referente al curso hídrico, el art. Nº 43 de la ley

15.336/60 (Energía Eléctrica Nacional) modificada por la ley 23.164/84 trata todo lo referente a las regalías hidroeléctricas. El porcentaje no es fijo y puede variar según de si se trata de un río interprovincial o provincial (es decir, si nace y se extingue dentro de la misma provincia). En general es del 12% aproximadamente.

En la aplicación de las tarifas de los servicios públicos no se debe ignorar los componentes tributarios que las mismas llevan incorporados. La facilidad de recaudación de impuestos y tributos a través de las tarifas de gas, agua, telefonía, como de electricidad y combustibles líquidos ha llevado a la economía, por parte de los tres niveles de gobierno –nación, provincia y municipios–, financieramente a una actitud que podría ser predatoria, dado que independientemente de la realidad empresaria, se adelanta la percepción de impuestos y tributos independientemente del pago efectivo por los clientes beneficiados por la prestación del servicio.

A la carga tributaria habitualmente se la considera como el ingreso recaudado por impuestos como porcentaje del PBI. Este concepto, resulta erróneo, ya que enmascara la elusión y la evasión impositiva.

A los efectos de analizar la competitividad de un país respecto de otro, se debe analizar la carga tributaria nominal que se aplica sobre los bienes y servicios.

Los impuestos a veces aplicados en forma indirecta o directa afectan la composición de precios relativos. Los subsidios aplicados en forma masiva se comportan como un tributo negativo, que es compensado en las cuentas nacionales con otros tributos (retenciones, derechos de importación, IVA, impuesto a los débitos bancarios, etc.) y endeudamientos que son trasladados a los precios finales de los bienes y servicios.

En definitiva lo que no se paga en forma directa, se paga de forma indirecta. Así, en el caso de los impuestos indirectos, algunas empresas productoras de bienes están legalmente obligadas a tributar pero en definitiva todo el costo financiero que eso conlleva es trasladado a precios a los consumidores, quienes en definitiva terminan afrontando el pago del impuesto.

En la figura 2 se puede observar la presión tributaria que los combus-

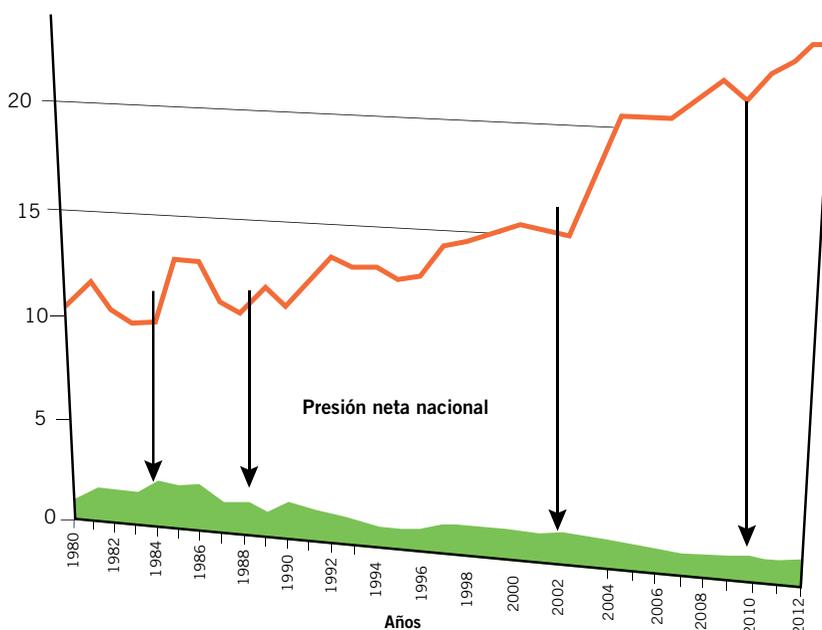


Figura 2. Evolución de la presión tributaria en los combustibles.

Componentes del precio	Nafta Súper	Nafta Premium	Gasoil	Eurodiésel
Precio de surtidor	100	100	100	100
Tasa Vial	3,91	4,76	2,82	5,49
ITC	22,94	22,81	7,97	8,08
Tasa Hídrica	1,63	1,61	11,37	11,05
IVA	12,43	12,28	13,53	13,05
Ing. brutos y municipales	3,20	3,21	3,24	3,11
Ganancias	4,61	4,59	4,30	4,14
Aportes patronales	0,52	0,52	0,55	0,54
Impuestos bancarios	0,92	0,92	0,95	0,94
Regalías incidencia	0,93	0,96	1,23	1,32
Total tributarios directos e indirectos	51,08	51,65	45,94	47,70
Flete	2,13	1,93	2,49	2,22
Costo	46,79	46,42	51,57	50,08

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos de la Secretaría de Energía.

Cuadro 1. **Peso de los tributos que pagan los consumidores en los precios sugeridos al público en %**

tibles aportan a la renta nacional. La regresividad de los impuestos sobre los consumos, tiene repercusión en la recaudación del erario público ante cualquier caída del PBI. La merma de gasto por el efecto precio incide en un detrimento en valores constantes de la recaudación; la inflexibilidad de adaptación le impide al Estado disponer de una política expansiva para la coyuntura en momento de crisis.

La ley 23.966, por su parte, determinó el Impuesto sobre los Combustibles Líquidos y el Gas Natural, y en lo que refiere al impuesto sobre el Gasoil y el Gas Licuado, fue creado por el Decreto N° 802/2001, el Fondo Hídrico de Infraestructura que mediante el decreto 1.381/2001 Tasa de Infraestructura Hídrica.

En la actualidad, existen leyes que modificaron los ítems anteriores, como la ley 26.028, la ley 26.181 y la ley 25.596 en relación a regímenes de promoción y de emergencia.

En síntesis, la recaudación de los

impuestos a los combustibles se encuentra compuesta por cuatro impuestos específicos: uno a los consumos generales en la jurisdicción nacional; otro impuesto a los consumos generales en las jurisdicciones provinciales (Córdoba agrega uno a los consumos específicos: Tasa Vial) y uno a los consumos generales en las jurisdicciones municipales.

En el cuadro 1 se detalla la incidencia en % de la carga tributaria respecto del precio final al público en los cuales se considera también indirectos como ganancias regalías y aportes patronales a la seguridad social, que gravan la actividad y están incluidas en el precio sugerido.

En el cuadro 2 se detalla una comparación de un trabajo realizado por la Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA) de los sistemas tributarios comparados.

En la comparación, se puede apreciar la gran regresividad y eso atenta contra la competitividad.

	Argentina	OECD	Diferencia
Ganancias de personas físicas	6,3	25,3	-19,0
Ganancias de empresas	11,0	10,8	0,2
Seguridad Social	25,1	25,2	-0,1
Impuestos sobre la nómina salarial	-	0,9	-
Impuestos a la propiedad, IcyDB y otros	8,2	5,6	2,6
Impuestos generales al consumo	6,4	10,5	-4,2
Comercio exterior y otros	14,6	3,0	11,6
Total	100,0	100,0	0,0

Fuente: UCA PAC en base a OECD (2010) y AFIP.

Cuadro 2. **Argentina y OECD: sistemas tributarios comparados en % del total recaudado por el nivel superior de gobierno.**

Para ser enfáticos, y a modo de ejemplo, cuando se habla de la anulación a las retenciones del campo, se sostiene que es una forma de contener los precios internos. Sin embargo, ello era sostenible a nivel de los acopiadores, pero a nivel de los productores –e incluso de los mismo acopiadores–, las ganancias están gravadas por una alícuota del 35%.

La diferencia sustancial es que las retenciones no son coparticipables y las ganancias, sí. Además, como se trata de un porcentaje fijo, las retenciones, en una época de precios bajos, pueden llevar a que los productores produzcan por debajo de sus costos.

Desde el punto de vista de la recaudación, el porcentaje de ganancias sobre un precio mayor compensa en menor medida la pérdida por la anulación del tributo a la exportación. ■

Bibliografía

- Agostini, Claudio (2010). "Impuestos diferenciales a las gasolinas y sus efectos en la demanda de automóviles". Revista de la CEPAL N° 102, diciembre 2010.
- Azqueta, Diego y Delacámara, Gonzalo (2008). "El costo ecológico de la extracción de petróleo. Una simulación". Revista de la CEPAL N° 94, abril 2008.
- Campodónico, Humberto (2009). "Gestión de la industria petrolera en período de altos precios del petróleo en países seleccionados de América Latina". CEPAL, Serie N° 147, diciembre 2009.
- Fernández, Roberto Sixto (2009). "El impuesto sobre los combustibles líquidos y el gas. Enfoque armonizado del tributo". Secretaría de Hacienda, Ministerio de Economía y Finanzas Públicas de la Nación.
- IARAF – Informe económico 291 – El alto peso de los impuestos en la Argentina Nov. 2014 – Instituto Argentino de Análisis Fiscal.

- 1 Petrotecnia 8-2005, María Gabriela Peralta, Andrea Paula Abella y Juan Francisco Albarenque.



Tratamiento con una enzima biológica para incrementar la producción. Casos históricos

Por *Ing. Qco. Juan Rosbaco*

Este trabajo fue presentado en el 6° Congreso de Producción y Desarrollo de Reservas realizado por el IAPG en octubre de 2016.



En este trabajo el autor presenta los resultados obtenidos al tratar pozos con una enzima biológica líquida soluble en agua, que permite aumentar la productividad y reducir la tensión interfacial agua-petróleo.

Desde hace varios años, Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA) realiza tareas de estimulación en los yacimientos de Occidente.

En este trabajo se resumen los fundamentos teóricos que avalan la estimulación realizada y las pruebas de laboratorio sobre fluidos y coronas que documentan la efectividad de la misma. En un caso específico, estas pruebas pueden suministrar información complementaria que permita un mejor diseño de la estimulación. Se indican también las características que deberían presentar los pozos candidatos, con el fin de optimizar el tratamiento.

Las enzimas son moléculas de característica proteica y estructural que catalizan reacciones, a condición de que las mismas sean termodinámicamente posibles.

Por tratarse de catalizadores, las enzimas no son consumidas en las reacciones, ni alteran su equilibrio químico. Sin embargo, las enzimas difieren de otros catalizadores porque son más específicas. En este caso se trata de una enzima biológica compuesta por proteínas combinadas con ADN de microbios, no constituye un producto tóxico.

Este tipo de tratamiento se ha realizado repetidamente en otras partes del mundo (China, Indonesia, Canadá y Argentina). Se recomienda especialmente en pozos de petróleo pertenecientes a reservorios depletados, con porcentajes de agua en aumento y alta declinación, como así también en pozos dañados por la precipitación de parafinas, asfaltenos, ceras y emulsiones o por alteraciones en la mojabilidad, debido a la invasión de surfactantes durante la perforación.

En procesos de recuperación secundaria por inyección de agua, puede aplicarse en pozos inyectoros y productores. El tratamiento se ha utilizado tanto en pozos horizontales como verticales.

Introducción

Entre las numerosas causas que provocan disminución de productividad en los pozos, se encuentran aquellas que se originan en la competencia entre fluidos. Dichas competencias afectan también la recuperación final de los hidrocarburos. En efecto, cuan-

do un yacimiento produce con una alta relación gas petróleo, el reservorio se despresuriza más rápidamente provocando una mayor liberación y producción del gas liberado, con las consecuentes mermas de productividad y recuperación final de petróleo. De igual manera cuando la competencia ocurre entre agua y petróleo, una alta tensión interfacial o una mojabilidad adversa (roca oleófila) dificultan la producción de petróleo y disminuyen su recuperación final.

Como se expresó, en este trabajo se presenta el fundamento teórico, las pruebas de laboratorio realizadas y los resultados de campo obtenidos en el tratamiento de pozos con el empleo de una enzima biológica para combatir los efectos adversos de la competencia agua petróleo.

La enzima actúa sobre la tensión interfacial agua-petróleo, sobre el ángulo de contacto y sobre la mojabilidad del sistema, facilitando el flujo de petróleo y disminuyendo el daño provocado por parafinas, emulsiones y asfaltenos o por alteraciones de la mojabilidad en la zona cercana al pozo, consecuencia de la invasión de surfactantes durante la perforación.

Es de fundamental importancia seleccionar adecuadamente el pozo candidato al tratamiento, ya que los fracasos observados en algunas de las primeras estimulaciones realizadas son atribuibles a una mala selección de los sondeos en los que se llevó a cabo la estimulación, como así también a un diseño no adecuado para el pozo en cuestión. Es por ello que se pone especial énfasis en detallar las condiciones que deberán reunir los pozos candidatos al tratamiento y las pruebas de laboratorio recomendables para un óptimo diseño de la estimulación.

El tratamiento

Naturaleza del producto y mecanismo de acción

Se trata de una enzima biológica líquida producida a partir de proteínas combinadas con ADN de microbios "oileating" que se encuentran inertes al final del proceso de fabricación. Con su inyección al reservorio se facilita la realización de reacciones biológicas que mejoran la recuperación y la productividad de los yacimientos, a condición de que los pozos

elegidos cuenten con determinadas características.

La enzima actúa de la siguiente manera:

- Reduce la tensión interfacial agua-petróleo.
- Cambia la mojabilidad original.
- Restituye la mojabilidad original cuando la misma fue modificada por la precipitación de asfaltenos o como consecuencia de la invasión de surfactantes durante la perforación.
- Elimina el daño mediante la remoción de parafinas, ceras, asfaltenos y emulsiones.

El mecanismo de acción es el siguiente:

- Previo a la inyección de la enzima, el petróleo adherido a las paredes de la roca ejerce una resistencia que afecta el flujo de fluidos al pozo.
- La enzima se inyecta diluida en una solución acuosa.
- La solución inyectada interactúa con la roca desprendiendo el petróleo de la misma y adhiriendo la solución acuosa a las paredes de la roca. De esta manera puede restituirse también la mojabilidad original en el caso de rocas inicialmente hidrófilas cuya mojabilidad sufrió alteraciones por la precipitación de asfaltenos, o cambiarse la mojabilidad original en el caso de rocas oleófilas. Al mismo tiempo se disminuye la tensión interfacial agua-petróleo facilitando el flujo de este último fluido.
- La enzima se difunde en el agua existente en el medio poroso y extiende así la acción más allá de la zona alcanzada originalmente por el fluido inyectado.

Pozos tratados con enzima biológica. Resultados obtenidos

Si bien la cantidad de pozos tratados por PDVSA con la solución enzimática ha sido superior y, no obstante, haberse continuado con los tratamientos hasta el presente, para este trabajo se utilizó la estadística 2000-2007 extraída de la Tesis de Gutiérrez y Pineda¹, ya que posee los datos mejor documentados. En la tesis se cuenta con información de 32 pozos estimulados por PDVSA en Venezuela

Pozo	Fin trabajo	Bbl/d		
		Antes	Después	Incremento
2000				
TJ 1295	1/8/2000	45	70	25
PB 377	24/8/2000	25	50	25
PB 366	24/8/2000	21	51	30
PB 326	11/10/2000	98	133	35
PB 515	11/10/2000	60	106	46
PB 593	11/10/2000	40	20	-20
TJ 842	3/11/2000	77	76	-1
TJ 846	3/11/2000	60	57	-3
PB 737	3/11/2000	99	250	151
PB 736	9/11/2000	56	70	14
LR 282	9/11/2000	43	40	-3
PB 476	9/11/2000	40	53	13
PB 72	21/11/2000	78	82	4
PB 138	21/11/2000	45	30	-15
TJ 864A	21/11/2000	45	110	65
PB 516	17/12/2000	76	76	0
TJ 1278	17/12/2000	169	210	41
PB 732	17/12/2000	3	19	16
LR 549	17/12/2000	47	49	2
TJ 1349	19/12/2000	23	22	-1
TJ 869	19/12/2000	30	28	-2
TJ 1118	19/12/2000	37	37	0
TJ 1319	19/12/2000	124	344	220
TJ 1214	20/12/2000	89	48	-41
TJ 1268	20/12/2000	65	65	0
Total				601
Por Pozo				24
Período 2004-2007				
TJ 1319	19/8/2004	120	800	680
TJ 1319	10/12/2005	102	560	458
PB 308	15/6/2006	36	37	1
LR 167	1/4/2006	0	85	85
PB 120	20/6/2006	37	0	-37
TJ 1319	22/10/2006	150	838	688
TJ 766	6/12/2006	178	368	190
TJ 1271	21/7/2007	20	53	33
Total				2.098
Por pozo				300

Tabla 1. Estadística de pozos estimulados por PDVSA.

entre los años 2000 y 2007, 25 de ellos en el año 2000 y los 7 restantes entre 2004 y 2007 (Tabla 1).

Como se puede observar en la tabla 1, el porcentaje de pozos con incremento de producción negativo o nulo fue mucho más significativo en el primer período que en el segundo (10 pozos sin resultado positivo sobre 25 sondeos tratados en 2000, contra solo un resultado negativo en 7 intervenciones durante el segundo período). La razón de la relativamente importante cantidad de resultados positivos obtenidos durante los primeros años se le atribuye a no haber

elegido correctamente los pozos a estimular, como consecuencia de la falta de experiencia. Una vez detectadas las variables técnicas y operativas a tener en cuenta para la selección de los sondeos, el número de fracasos disminuyó drásticamente hasta anularse en el segundo período. La experiencia adquirida fue producto no solo del análisis crítico de los procedimientos empleados, las características físicas y los resultados obtenidos en los pozos tratados, sino también de las pruebas de laboratorio realizadas. Se observa asimismo que, en virtud de la mejor selección y diseño, el incremento de

producción promedio por pozo estimulado fue muy superior en la segunda campaña (300 bbl/día/pozo-47,7 m³/día/pozo-contr 24 bbl/día/pozo-3,8 m³/día/pozo).

Otro hecho para destacar es que, como se puede observar en tabla 1, en líneas generales los tratamientos han tenido mejores resultados en pozos de buena productividad.

Ensayos de laboratorio

Se realizaron diferentes tipos de análisis de laboratorio para determinar la aplicabilidad del producto a distintos tipos de roca y crudo en diferentes situaciones y ante diversos problemas. Inyectada en la concentración y condiciones adecuadas, la solución acuosa de la enzima se mostró eficaz, tanto en calizas como en areniscas, a efectos de solucionar los siguientes problemas de daño:

- Bloqueo por adherencia del petróleo a las paredes de la roca.
- Bloqueo por agua.
- Bloqueo por emulsiones.
- Obstrucción de parafinas y asfaltenos.
- Mojabilidad adversa original o provocada por el uso de surfactantes durante la construcción del pozo.
- Alta tensión interfacial agua-petróleo.

Las figuras 1 y 2 muestran la liberación y el desprendimiento de gotas



Figura 1. Desprendimiento de gotas de petróleo.



Figura 2. Liberación y desprendimiento de gotas de petróleo en una roca originalmente saturada 100% con dicho fluido.

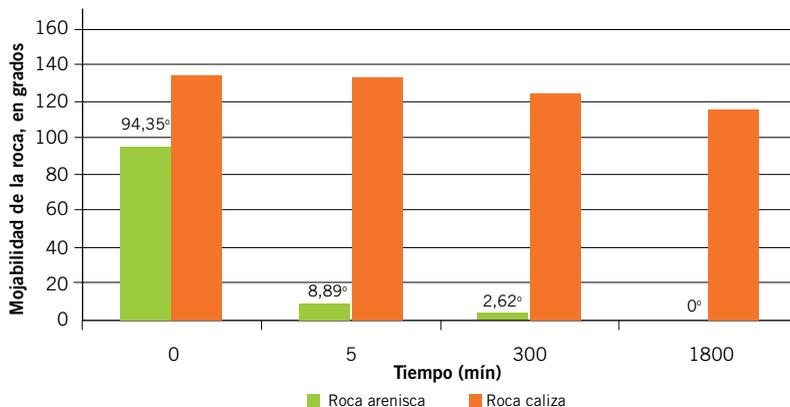


Figura 3. Disminución del ángulo de contacto arenisca versus caliza.

de petróleo en una roca originalmente saturada 100% con dicho fluido.

Asimismo, se realizaron ensayos en sistemas petróleo-agua de formación, en contacto con areniscas y calizas. Se introdujo el producto a distintas concentraciones midiéndose la variación de la tensión interfacial en distintas condiciones de temperatura, presión, concentración y PH. Estos ensayos realizados a temperatura y presión de reservorio, utilizando muestras de roca representativas, permiten determinar la concentración óptima a utilizar para cada situación particular.

De igual manera, también se realizaron pruebas para sistemas “petróleo-solución acuosa de la enzima biológica” en contacto con areniscas y calizas, midiéndose la variación en el tiempo del ángulo de contacto, este valor caracteriza la mojabilidad. A modo de ejemplo en las figuras 3 y 4 se muestran las variaciones para un sistema con determinadas propiedades.

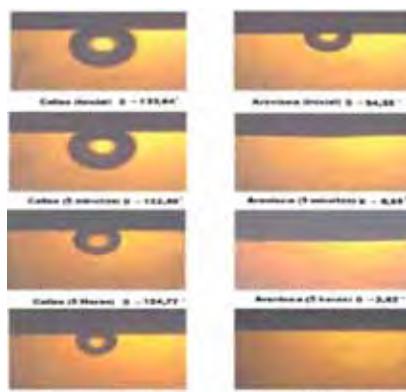


Figura 4. Demostración visual del ángulo de contacto en ambas rocas.

También se realizaron numerosas pruebas de desplazamiento de la solución biológica en testigos corona y ensayos de remoción de daño. Todas las experiencias de laboratorio, como así también el análisis crítico de los procedimientos usados en los tratamientos, de las características físicas de los pozos tratados y de los resultados de campo obtenidos permitieron determinar cuáles debían ser las características de los sondeos por estimular.

Características óptimas del reservorio

Si bien el producto se puede utilizar en un muy variado rango de condiciones, las pruebas de laboratorio y los tratamientos realizados entre 2000 y el presente permiten establecer estas condiciones como las de aplicabilidad óptima:

- Arenisca
- °API: 13-40
- Permeabilidad: 50-700 md
- Porosidad: 15-35%
- Espesor neto con petróleo: 14-110 pies (4-34 m)
- Temperatura: 80-180 °F (27-82 °C)
- Presión: 350-1000 psi (25-70 atm)

Tratamiento Pozo TJ 1319 2,3

El pozo TJ 1319 del yacimiento Tía Juana pertenece a la Unidad de Producción Rosa Mediano, ubicada en el departamento de Zulia, más precisamente en el municipio de Cabimas. El pozo se terminó el 23/8/1999 en el intervalo 3240'-3304' (Figura 5).

La producción inicial fue de 800 bbl/d (127,2 m³/d), sin agua, con una relación gas petróleo de 1.886 scf/bbl (336 m³/m³). Inmediatamente



Figura 5. Pozo TJ 1319-Perfil y esquema de terminación.

te de terminado el pozo, se observó una rápida declinación, al punto que al 20/8/2000 el sondeo producía 112 bbl/d (17,8 m³/d) con un 22% de agua. A efectos de restituir la producción, aunque fuese parcialmente,

el 7/11/2000 se inyectó un solvente químico, el pozo no respondió al tratamiento. El 6/9/2000 se realizó una prueba de recuperación de presión, documentándose un factor de daño (SE) de 17. Con el fin de removerlo,

el 19/12/2000 se inyectó la solución de enzima biológica, lo que provocó un incremento significativo de producción (252 bbl/d-40 m³/d, al 13/1/2001).

Al 8/8/2004, luego de una declinación continua aunque mucho menos abrupta que la inicial, el pozo producía 124 bbl/d (19,7 m³/d), razón por la cual el 19/8/2004 se repitió el tratamiento con enzimas, llevándose la producción estabilizada a un valor de 800 bbl/d (127,2 m³/d), para luego de 17 meses comenzar a declinar. Debido a esa disminución de la producción, el 10/12/2005 se repitió el tratamiento por tercera vez, llevándose el pozo a una producción de 560 bbl/d (89,0 m³/d).

El 16/8/2006 la producción había caído a 151 bbl/d (24 m³/d), motivo por el cual el 29/8/2006 se realizó un nuevo tratamiento con solución enzimática, el cuarto, que llevó la producción a un valor estabilizado de casi 800 bbl/d (127,2 m³/d) con un pico de 920 bbl/d (146,3 m³/d).

Una nueva caída de producción comenzó a manifestarse aproxima-

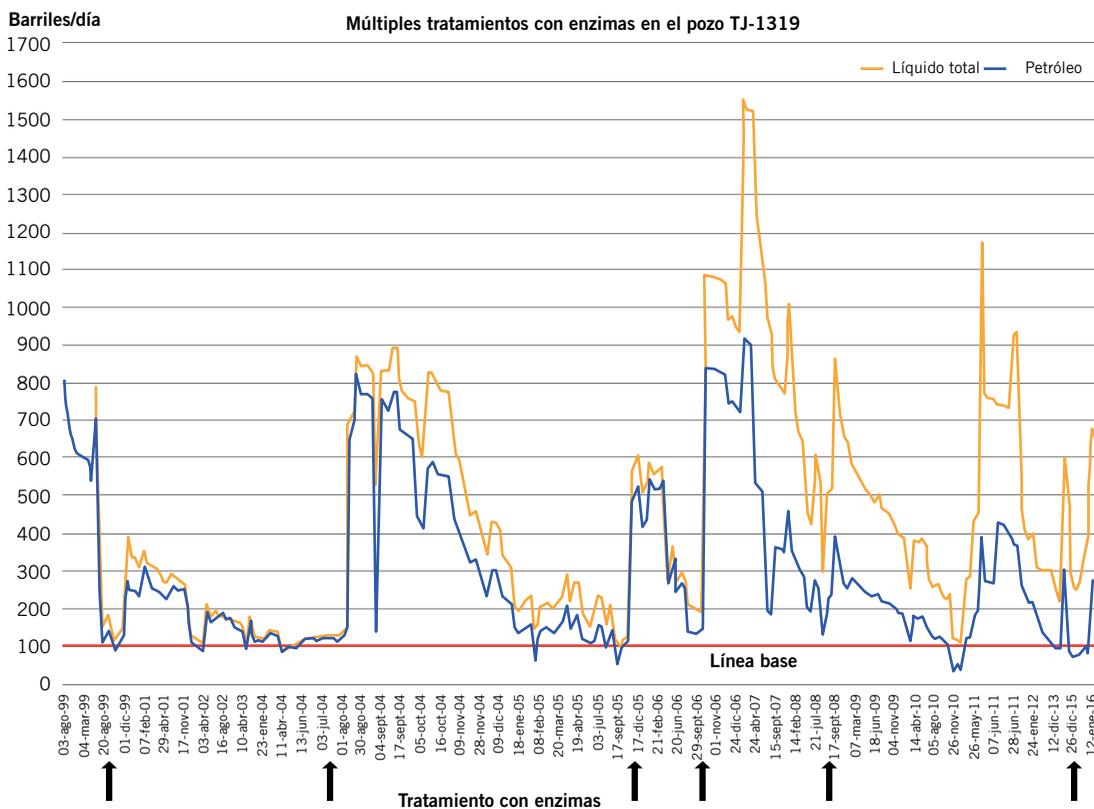


Figura 6. Historia de producción del pozo TJ1319.

damente a los 8 meses del tratamiento, inmediatamente después del pico mencionado, de manera que al 21/8/2008 el pozo producía 130 bbl/d (20,7 m³/d). Ante esta situación se decidió realizar una quinta estimulación, que tuvo lugar el 29/8/2008. Como consecuencia el pozo tuvo un pico de producción de 392 bbl/d (62,3 m³/d) el 17/9/2008. Sin embargo, se observó una fuerte declinación después del tratamiento, a los 22 meses de la estimulación el pozo aún producía 184 bbl/d (29,3 m³/d), 41,5% más que antes del tratamiento.

La sexta estimulación se realizó el 30/12/2015. Si bien el pozo respondió con un incremento de su producción, no se puede hablar de un caudal estabilizado dado el escaso tiempo transcurrido y habida cuenta de que la reacción de los sondeos suele no ser inmediata.

Se estima que el incremento neto de recuperación atribuible a los cinco primeros tratamientos fue de 603.000 barriles (96.000 m³) hasta abril de 2011, notándose producciones y recuperaciones más altas predominantemente en las últimas estimulaciones, consecuencia de mejoras en los diseños (curva de aprendizaje). La razón por la cual el incremento se computó solamente hasta abril de 2011 radica en el hecho de que hasta esa fecha en el pozo se realizaron otras actividades que provocaron también mejoras en la productividad del mismo.

En la figura 6 se presenta la historia de producción del pozo TJ 1319. Cabe destacar que la política aplicada en este sondeo, con un alto grado de acierto, fue determinar, luego de un análisis económico, una línea base a tomar como referencia para iniciar los retratamientos, una vez que la producción cayese en ese valor.

Conclusiones

- La estimulación de pozos con solución enzimática ha sido aplicada exitosamente en varias regiones del mundo, con el objetivo de aumentar la productividad y la recuperación final de los reservorios.
- La solución biológica actúa reduciendo la tensión interfacial agua-petróleo, variando la mojabilidad original o alterada de la formación



- y eliminando daños.
- Petróleos de Venezuela S.A. ha llevado a cabo una importante cantidad de tratamientos con resultados exitosos.
- La cantidad y la calidad de los éxitos aumentó con el tiempo a medida que se recorría la curva de aprendizaje, identificándose mejor los pozos candidatos y optimizando los diseños.
- En líneas generales los tratamientos han tenido mejor resultado en pozos de buena productividad.
- Los ensayos de laboratorio realizados sobre rocas y fluidos del reservorio constituyeron una herramienta fundamental en el proceso de optimización.
- El pozo TJ 1319 fue estimulado con enzimas en seis oportunidades, y respondió satisfactoriamente en todas las ocasiones. Esto indica que el proceso es repetible en un mismo sondeo.
- La política adoptada en el pozo TJ 1319 en lo referente a establecer una línea base a tomar como referencia para iniciar los retratamientos, una vez que la producción

cayese en ese valor, se considera altamente recomendable. ■

Agradecimiento

Agradezco a los ingenieros Ronny Marinez y Jesús Ávila por haber suministrado información estadística oficial para este informe.

Bibliografía

1. Gutiérrez Lobo, S. y J. Pineda Maldonado, "Metodología para la selección de pozos candidatos a la estimulación con enzimas", Tesis presentada a la Universidad de Zulia en abril de 2014.
2. Marinez, R., J. Avila y E. Pacheco, "Metodología de flujo fraccional para el cálculo del mejoramiento de la capacidad de flujo en el pozo TJ 1319, mediante la aplicación de una enzima líquida", PDVSA Documento Interno.
3. Pacheco E., K. Mavarez y Y. Pirela, Proyecto de Estimulación de Pozos con Enzimas Biologicas en las Unidades de Producción del Distrito Lago Norte.

6 TO. CONGRESO **IAPG**

Producción y Desarrollo de Reservas

HACIA UN DESARROLLO DE
RECURSOS SUSTENTABLE



INSTITUTO ARGENTINO
DEL PETRÓLEO Y DEL GAS

Caracterización geoquímica y alocación de producción de petróleos en Yacimiento Cañadón Amarillo (Mendoza)

Por **Romina Milicich**, **Inés Labayén** (Y-TEC SA), **María Palacio**
y **Paola de Battista** (YPF. S.A. Regional Mendoza)

Este trabajo fue presentado durante el *6° Congreso de Producción y Desarrollo de Reservas* realizado por el IAPG en octubre de 2016.



En este trabajo se presentan los resultados del estudio geoquímico de petróleos realizado por YPF-Tecnología e YPF S.A. para evaluar la posibilidad de aplicación de la metodología geoquímica de caracterización de reservorios y de desglose de la producción conjunta en reservorios multicapa para cuatro pozos del Yacimiento Cañadón Amarillo, ubicado en la provincia de Mendoza, dentro del ámbito de la Cuenca Neuquina sur-mendocina.

Esta área actualmente produce petróleo por producción primaria de diferentes reservorios. Los reservorios profundos fueron depositados entre el Jurásico medio a superior y comprenden las formaciones Tordillo (areniscas y conglomerados de ambiente fluvial/aluvial), Barda Negra (rampa carbonática) y el Gr. Cuyo (depósitos silicoclásticos de origen marino). También hay producción por primaria de reservorios someros, correspondientes a la Fm. Huitrín con los Mb. La Tosca y Chorreado (plataformas carbonáticas).

Se analizaron 17 petróleos, de los cuales 13 correspondieron a petróleos de capa individual (Formaciones Tordillo, Barda Negra, Gr. Cuyo y Mb. Chorreado de Fm. Huitrín). Los cuatro petróleos restantes representan la producción de cada pozo estudiado. El análisis se realizó mediante cromatografía gaseosa (FID), determinación de agua y densidad y cuantificación de elementos traza.

La comparación de las propiedades geoquímicas y físicas de cada muestra pretendió establecer características propias de cada unidad geológica estudiada, con el fin de analizar posteriormente, mediante cálculo numérico, el porcentaje de aporte de cada capa individual a la producción conjunta del pozo. Para esto se utilizaron distintos parámetros geoquímicos que representan la composición de los petróleos (parafinas normales, isoparafinas, isoprenoides, isómeros del rango gasolina, etc.) y relaciones entre estos (Pr/nC_{17} , F/nC_{18} , CPI, $VH/V\text{-isoH}$) que pudieran manifestar alteraciones en los petróleos estudiados, tanto primarias, vinculadas a la cinética de generación (madurez, generación y expulsión), como secundarias, relacionadas con fenómenos de alteración durante la migración

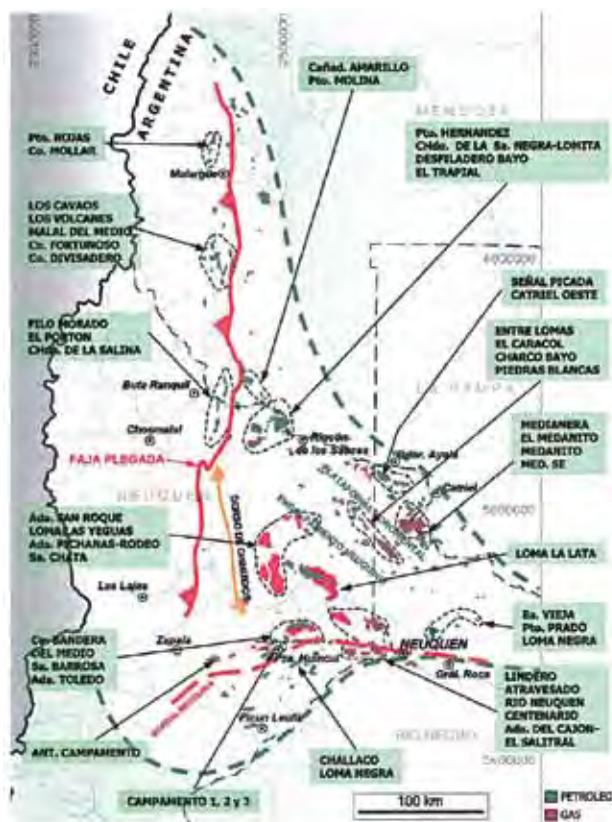


Figura 1. Ubicación del Yacimiento Cañadón Amarillo en el ámbito de la Cuenca Neuquina.

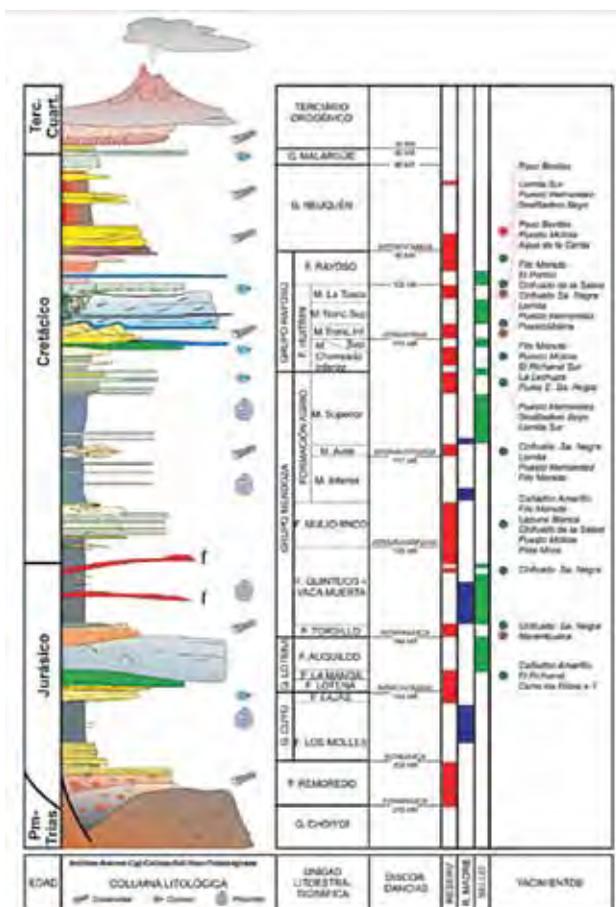


Figura 2. Columna estratigráfica sintética de la Cuenca Neuquina.

y el entrapamiento (biodegradación, lavado con agua, fraccionamiento evaporativo, etc.).

Luego de corroborar la existencia de parámetros geoquímicos que permitieran diferenciar las distintas unidades se procedió a analogar las muestras de producción conjunta. El resultado de los análisis de la muestra de producción del Pozo 3, productora de las Fm. Tordillo y Barda Negra, fue satisfactoria y estableció que la Fm. Barda Negra era responsable del 87% de la producción.

La integración de esta información con el modelo geológico permitirá corroborar las conclusiones alcanzadas y, mediante un muestreo sistemático, se podrá evaluar la variación de la producción y el aporte de las capas individuales en el tiempo, constituyendo una herramienta de monitoreo periódico de la producción.

El área Cañadón Amarillo se encuentra en la provincia de Mendoza, en el departamento Malargüe (Figura 1). Geológicamente se encuentra en el ámbito de Cuenca Neuquina, más precisamente se encuentra emplazado en la porción norte del borde Nororiental denominado Plataforma Nororiental de la Cuenca Neuquina.

Esta área actualmente produce petróleo por producción primaria de diferentes reservorios (Figura 2). Los reservorios profundos fueron depositados entre el Jurásico medio a superior y comprenden las formaciones Tordillo, que corresponden a areniscas y conglomerados de baja porosidad y permeabilidad depositados en un ambiente

fluvial/aluvial; Barda Negra (La Manga), que representa la rampa carbonática, con porosidades variables debido a sistemas de doble porosidad que presentan algunas de las facies productivas; y el Grupo Cuyo, con las Formaciones Lajas y Bardas lancas, tratándose de depósitos silicoclásticos de origen marino, que corresponden a areniscas de grano muy fino y con baja porosidad y permeabilidad.

También hay producción por primaria de reservorios someros, como es el caso de la Formación Huitrín con los Miembros La Tosca y Chorreado. Ambos responden a configuraciones de plataformas carbonáticas con porosidades variables.

La tendencia regional de la estructura en el bloque muestra un hundimiento y espesamiento de las formaciones hacia el SO (centro de cuenca) y adelgazamiento y somerización progresiva hacia el NE (borde de cuenca).

Para lograr la caracterización geoquímica los petróleos de los reservorios mencionados se muestrearon cuatro pozos en distintos sectores del yacimiento, los cuales se mencionarán como Pozo 1, Pozo 2, Pozo 3 y Pozo 4.

En total se analizaron 17 petróleos, de los cuales cuatro correspondieron a muestras de producción, una por cada pozo estudiado. El resto de las muestras representan la producción individual de cada reservorio involucrado. En el caso de los pozos 1 y 2 se muestreó un reservorio por pozo (Mb. Chorreado y Gr. Cuyo, respectivamente), mientras que para los pozos 3 y 4 se muestrearon las Formaciones Tordillo y Barda Negra que aportan en conjunto a la producción de dichos pozos.

En la tabla 1 se puede observar el listado de muestras analizadas. Se debe tener en cuenta que cada color con el que se identifican las muestras se mantendrá a lo largo de todo el trabajo y hace referencia al pozo muestreado: en rojo el Pozo 1, en amarillo el Pozo 2, en naranja el Pozo 3 y en verde el Pozo 4.

Se debe mencionar que, para la mayoría de los pozos, las muestras de capa individual para una formación determinada corresponden a repeticiones del muestreo en distintos momentos.

CAÑADÓN AMARILLO	
ID Y-TEC	Formación
YTEC -CA -P -001	Chorreado
YTEC -CA -P -002	Chorreado
YTEC -CA -P -003	Producción
YTEC -CA -P -004	Grupo Cuyo
YTEC -CA -P -005	Grupo Cuyo
YTEC -CA -P -006	Producción
YTEC -CA -P -007	Tordillo
YTEC -CA -P -008	Tordillo
YTEC -CA -P -009	Barda Negra
YTEC -CA -P -010	Barda Negra
YTEC -CA -P -011	Barda Negra
YTEC -CA -P -012	Producción
YTEC -CA -P -013	Tordillo
YTEC -CA -P -014	Barda Negra
YTEC -CA -P -015	Barda Negra
YTEC -CA -P -016	Barda Negra
YTEC -CA -P -017	Producción

Tabla 1. Listado de muestras analizadas.

Desarrollo

La metodología geoquímica de asignación de la producción consiste en encontrar, mediante cálculo numérico, cómo se compone el petróleo de producción en función de los petróleos de capas individuales. Esta metodología así definida fue planteada por Fasola *et al.* en el trabajo "Asignación de la producción conjunta en reservorios multicapas mediante técnicas geoquímicas" y se resume en la figura 3. En ese trabajo se establece que el caso ideal de aplicación de la metodología es aquel en el que se disponen de las muestras de los petróleos obtenidos en los ensayos de capa individual y del petróleo de producción conjunta de un mismo pozo; sobre este requerimiento particular se diagramó el muestreo de los pozos del Yacimiento Cañadón Amarillo, procurando que fuese lo más representativo posible de la situación real del subsuelo.

El principal requisito para la aplicación de la metodología es el reconocimiento de diferencias significativas entre las muestras representativas de cada capa. Diferencias significativas son aquellas que no pueden ser derivadas de la metodología analítica o del muestreo. Los parámetros geoquímicos empleados deben ser elegidos entre aquellos que, por la robustez de la técnica analítica, se vean poco afectados por mínimas variaciones, como cambios de operador, de reactivos o de fecha de análisis.

Para lograr la caracterización geoquímica de los petróleos y luego evaluar la posibilidad de aplicación de la metodología geoquímica de alocación de la producción se desarrollaron las siguientes actividades:

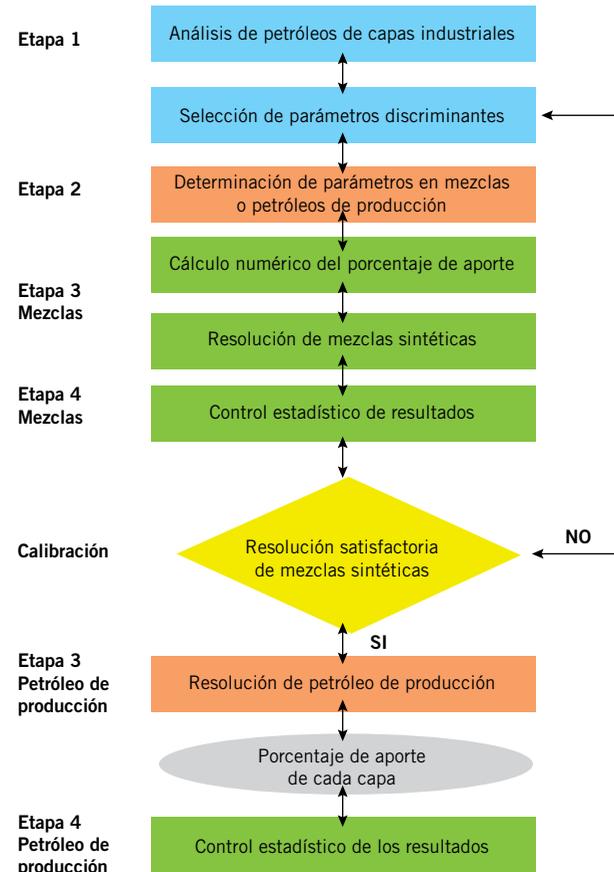


Figura 3. Metodología geoquímica de asignación de la producción.

1. Determinaciones físicas (densidad y contenido de agua) sobre 17 muestras de petróleo.
2. Cuantificación del contenido de metales y azufre.
3. Análisis cromatográfico con patrón interno de petróleos.
4. Validación de resultados analíticos. Caracterización geoquímica de petróleos.
5. Análisis de factibilidad de aplicación de la metodología geoquímica de asignación de la producción en reservorios multicapa.

A continuación se desarrollarán cada uno de estos puntos.

1. Determinaciones físicas

En primera instancia se realizaron las mediciones del contenido de agua y la densidad de cada petróleo estudiado.

De manera gráfica (Figura 4) se puede observar fácilmente que las muestras de petróleo correspondientes al Pozo 2 presentan gran variación en el contenido de agua, alcanzando un 18% en peso. El resto de las muestras analizadas presentaron menos del 2% en peso de agua, medida que no alteraría de manera significativa los resultados posteriores de cuantificación de elementos traza o cálculos de áreas de los distintos componentes del petróleo.

En cuanto a los valores de densidad se encuentran todos entre el rango de 0,84-0,89 g/ml. Los petróleos del Pozo 4 son los de menor densidad.

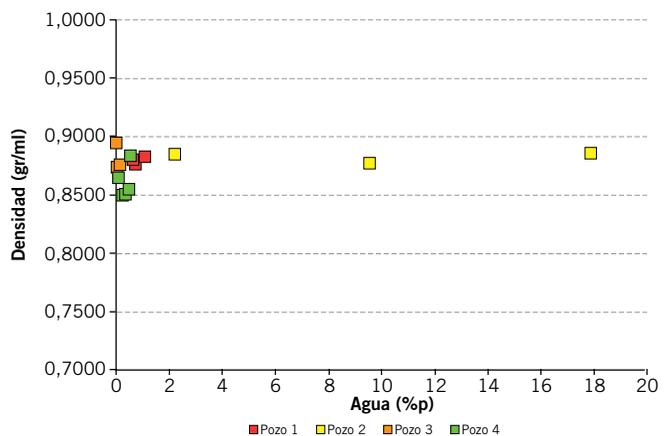


Figura 4. Contenido agua versus densidad.

2. Determinación del contenido de metales y azufre

La cuantificación de elementos traza contenidos en el petróleo es una herramienta muy útil en los estudios de correlación petróleo-petróleo. Las relaciones entre metales de transición (V, Ni), por ejemplo, son útiles en la determinación de los ambientes de deposición de las rocas madres y de la madurez de las mismas. Las variaciones observadas en otros elementos traza (Cr, Fe, Co) podrían evidenciar diferencias significativas entre los petróleos.

En la figura 5 se muestran los resultados obtenidos de la determinación por Fluorescencia de Rayos X (XRF) de Ni, V, Fe, Cu y Ca y la cuantificación del contenido de S, mediante la aplicación de la norma ASTM D2622-10. Se pueden observar, al menos, tres tendencias diferentes. El Pozo 1 (en rojo) posee alto V y Ni; el Pozo 2 (en amarillo) posee bajo S y V, alto Ca, Cu y Fe; mientras que el Pozo 3 (en naranja) y el Pozo 4 (en verde) tienen un comportamiento similar, ya que

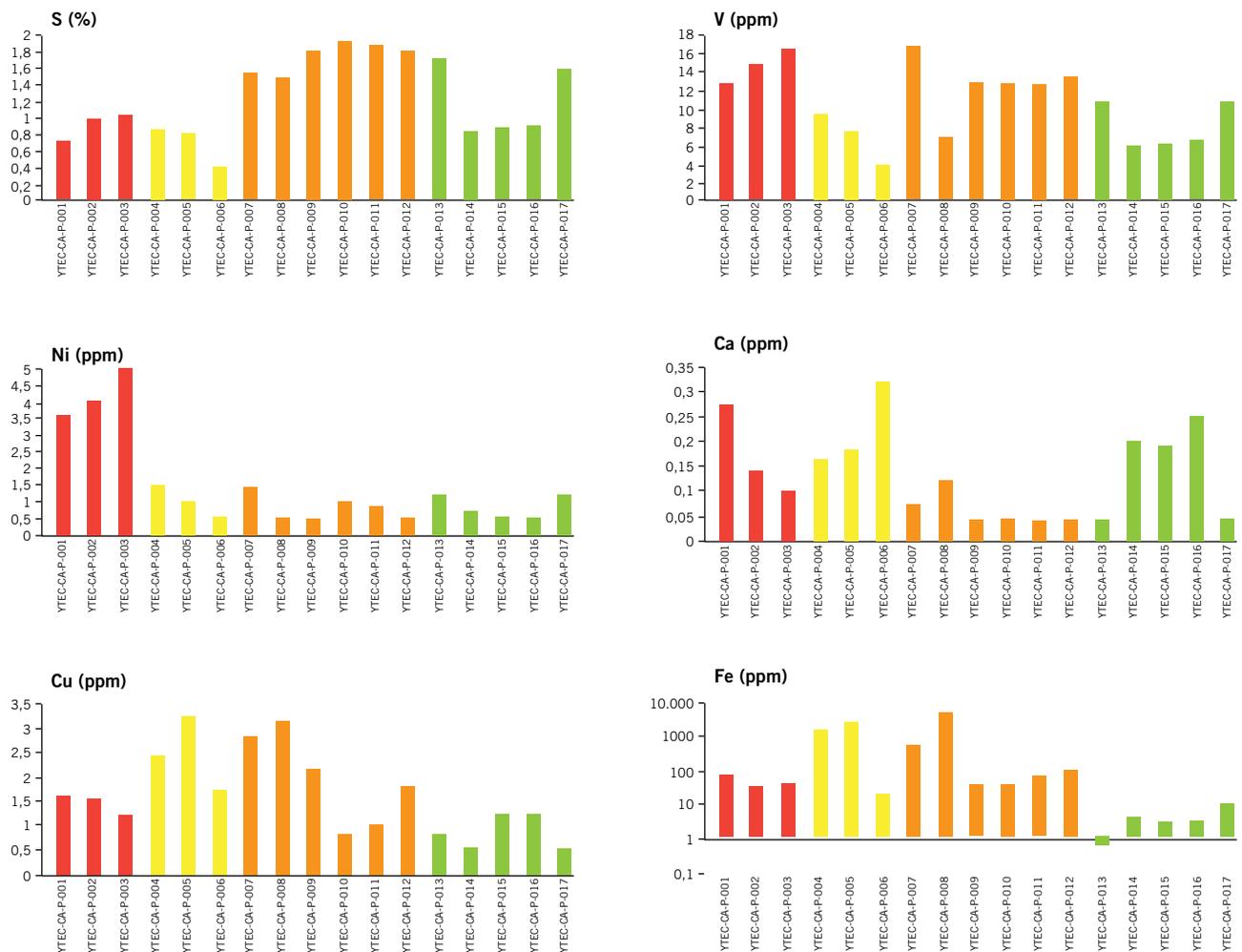


Figura 5. Gráficos de barra de las concentraciones de elementos traza.

presentan alto S y V acompañado de bajo contenido de Ni, pero pueden diferenciarse por los contenidos de Ca, Cu y Fe.

3. Análisis cromatográfico con patrón interno de petróleos

En forma práctica, el petróleo puede definirse como cualquier mezcla de hidrocarburos que pueda ser producida (Hunt, 1979).

La cromatografía gaseosa capilar en crudo total permite llevar a cabo una caracterización cualitativa de los petróleos en base a la distribución de los compuestos químicos típicos que constituyen los mismos.

El análisis de cada *fingerprint* y la comparación entre los distintos *fingerprints* permite determinar sus propiedades en relación a su origen e identificar las posibles alteraciones que pudieran haber sufrido los petróleos durante su migración y/o en el reservorio. Sin embargo, para comparar cuantitativamente las distintas muestras, será necesario que cada señal cromatográfica sea integrada y transformada en un conjunto de parámetros composicionales y de relaciones geoquímicas. En la figura 6 se presenta el listado de *fingerprints* obtenidos.

Los petróleos del Pozo 1 presentan *fingerprints* cromatográficos con distribuciones de parafinas muy similares entre sí. El petróleo de producción muestra una leve disminución de los compuestos más livianos (<C7).

En el caso de los *fingerprints* del Pozo 2 también tienen distribuciones que son similares entre sí con una marcada disminución de los compuestos livianos (<C9), por lo cual se diferencian de los petróleos analizados en el Pozo Cam-254.

El Pozo 3 presenta *fingerprints* similares, pero se reconocen diferencias entre los petróleos de las dos formaciones de interés. La muestra de la Fm. Tordillo posee menor proporción de compuestos livianos. El *fingerprint* del petróleo de producción se parece más a los petróleos de la Fm. Barda Negra, pero con respecto a estos posee una disminución de los compuestos más livianos.

Los *fingerprints* del Pozo 4 se caracterizan por distribuciones cromatográficas que indican mayor participación de los hidrocarburos livianos en el petróleo de la Fm. Tordillo que en las muestras de la Fm. Barda Negra. En el petróleo de producción se observa una severa evaporación que afecta la fracción <C10.

4. Validación de resultados analíticos. Caracterización geoquímica de petróleos

Una vez finalizados los análisis enumerados se procedió a la recopilación de información y a la validación de los resultados.

A partir de los análisis cromatográficos de las 37 muestras de petróleo se trabajó en base a la determinación de

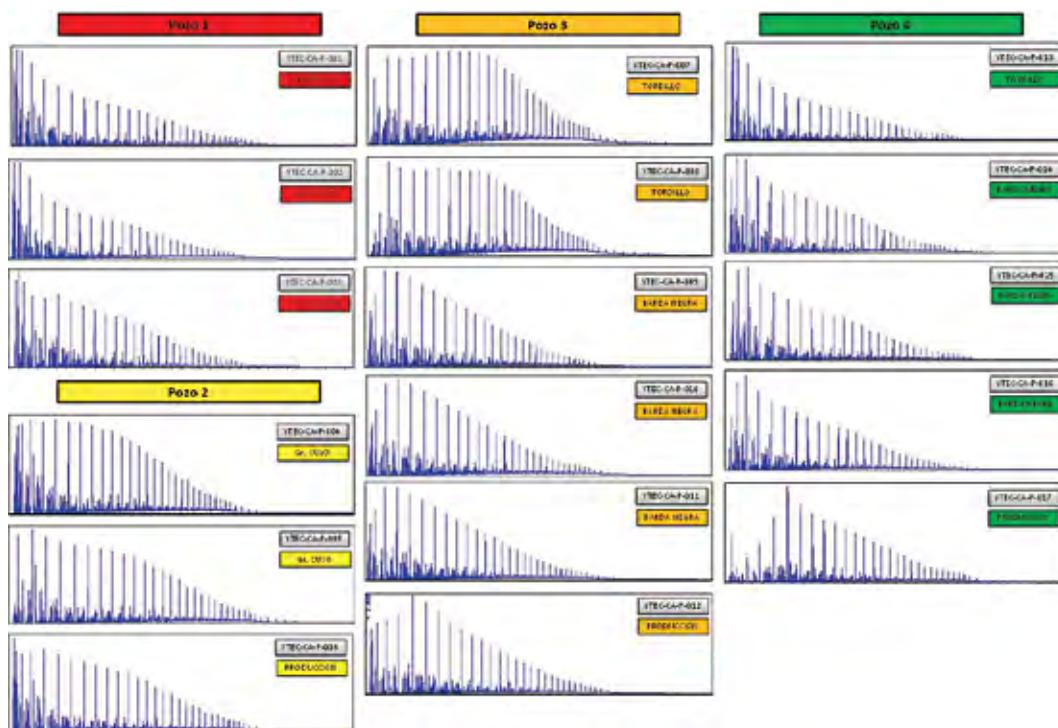


Figura 6. Listado de *fingerprints* Yacimiento Cañadón Amarillo.

áreas de los distintos compuestos en relación al peso de muestra y peso de estándar; a partir de estos se pretendía establecer una serie de parámetros y relaciones geoquímicas generales. Se consideraron, además, los valores de propiedades físicas y cuantificación de elementos traza.

A partir de la caracterización geoquímica de cada muestra, se procedió a graficar en conjunto los distintos parámetros que pudieran mostrar diferencias significativas entre los petróleos, ya sea por formación o por pozo estudiado.

A continuación se presentan una serie de gráficos en los que se analizan propiedades físicas, relaciones elementales y relaciones entre distintas fracciones o compuestos típicos de los crudos.

C20+ versus gravedad API

El parámetro denominado C20+ es un parámetro geoquímico utilizado para cuantificar la fracción no-volátil o parcialmente volátil del petróleo cuya cuantificación no es posible mediante técnicas directas, pero sí de forma indirecta cuantificando la fracción volátil. Está comprobado que la cuantificación de petróleo es correcta hasta el compuesto normal C20, de modo que se calcula la masa de los compuestos hasta C20 (desde C3 hasta C20) y se obtiene por diferencia, entre dicha masa y la masa de petróleo total, lo que denominamos parámetro C20+.

Se espera que el C20+ aumente cuanto más pesado es un petróleo y por lo tanto tiende a aumentar con la disminución de la gravedad API.

En la figura 7 se observa que las muestras de la Fm. Tordillo (P07 y P08) del Pozo 3 son las que presentan menor gravedad API y por lo tanto mayor contenido de C20+; en cambio, las muestras de la Fm. Barda Negra del Pozo 4 son las de menor contenido de C20+ y mayor gravedad API.

La muestra de la Fm. Tordillo (P13) del Pozo 3 se separa

de los petróleos de la Fm. Barda Negra debido a que tiene mayor contenido de C20+. Para este pozo nuevamente la muestra de producción (P17) vuelve a posicionarse de modo que sus características no pueden explicarse por los crudos de las capas individuales, ya que posee mayor C20+ y menor gravedad API.

Los petróleos de la Fm. Barda Negra y la muestra de producción del Pozo 3 se posicionan cercanos al petróleo P13, pero se separan claramente de los petróleos de la Fm. Tordillo de este pozo.

De este modo se pueden observar dos características claramente diferentes para la Fm. Tordillo y Barda Negra en los Pozos 3 y 4. Por su parte, las muestras del Pozo 1 y 2 se agrupan, por pozo, en situaciones intermedias de contenido C20+ y gravedad API.

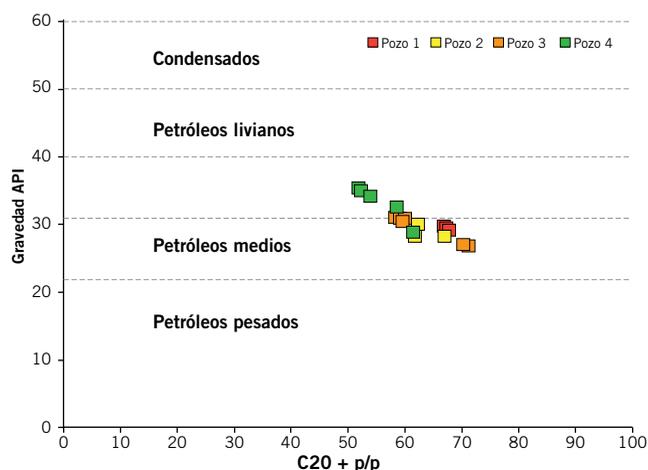


Figura 7. Contenido C20+ versus gravedad API.

Contenido de azufre versus gravedad API

La mayoría de los petróleos contienen algún tipo de compuesto con azufre. En numerosos trabajos geoquímicos se sugiere que la gravedad API de un petróleo varía inversamente al contenido de azufre. La razón de esta relación radica en que la mayoría de los compuestos sulfurados se encuentran en la fracción pesada de los hidrocarburos (asfaltenos y compuestos similares).

Se debe tener en cuenta que, de acuerdo con Hunt 1996, petróleos con altas proporciones de azufre pueden provenir de kerógenos con alto contenido de azufre o bien ser producto de biodegradación de petróleos, ya que los procesos de biodegradación tienden a remover de manera selectiva los compuestos no-sulfurados.

En este caso se observa una clara separación de los petróleos en relación al contenido de azufre, aunque la variación de la gravedad API no sea tan significativa (Figura 8). Las muestras de la Fm. Barda Negra y petróleo de producción del Pozo 3 son las que presentan un mayor contenido de azufre, separándose de las muestras de la Fm. Tordillo del mismo pozo que presentan valores menores. En este mismo sector del gráfico, con más de 1,5% de azufre, también se encuentran los petróleos P13 (Fm. Tordillo) y P17 (Producción) del Pozo 4. Las muestras de la Fm. Barda Negra del Pozo 4 tienen menos del 1% de azufre. Los petróleos de los Pozos 1 y 2 también tienen menos del 1% de azufre y ambos presentan una muestra que se separa del resto por valores aun menores (P01 y P05).

Estas variaciones en el contenido de azufre, teniendo en cuenta la ausencia de evidencias de biodegradación de los petróleos, deberían estar vinculadas a fenómenos de origen de los petróleos.

Concentración de azufre versus V/V+Ni

Mediante la comparación del contenido de azufre con la relación de elementos traza V/V+Ni se busca, nuevamente, diferenciar el comportamiento de los distintos pozos y formaciones estudiadas. En la figura 9 se incorporan como referencia otros petróleos estudiados en Y-TEC, los cuales han permitido establecer una diferenciación general entre cuencas y entre distintas formaciones de la Cuenca Neuquina. Se observa que la mayoría de los petróleos estudiados tienen alto contenido de azufre y su variación es más significativa que la variación de la relación V/V+Ni. De este modo, los petróleos del Pozo 1 se separan del resto por presentar valores de V/V+Ni menores a 0,8 y la muestra P01 (Mb. Chorreado) se separa por su menor contenido de S. El resto de las muestras poseen valores de V/V+Ni entre 0,85 y 0,95.

De acuerdo con el contenido de S la muestra P06, petróleo de producción del Pozo 2 se separa del resto por poseer una muy baja concentración (0,4%). Para el Pozo 3 las muestras P07 y P08 (Fm. Tordillo) se separan de las muestras de la Fm. Barda Negra, como se vio anteriormente, por su menor contenido de S. Para el Pozo 4, el petróleo de la Fm. Tordillo se ubica en el mismo sector que las muestras de la misma formación del Pozo 3; la muestra de producción presenta un comportamiento similar a la muestra P13. Sin embargo, en este caso, los petróleos de la Fm. Barda Negra tienen menor contenido de S que la Fm. Tordillo, por lo cual quedan establecidas dos modas claramente diferenciables para la Fm. Barda Negra en relación al contenido de S.

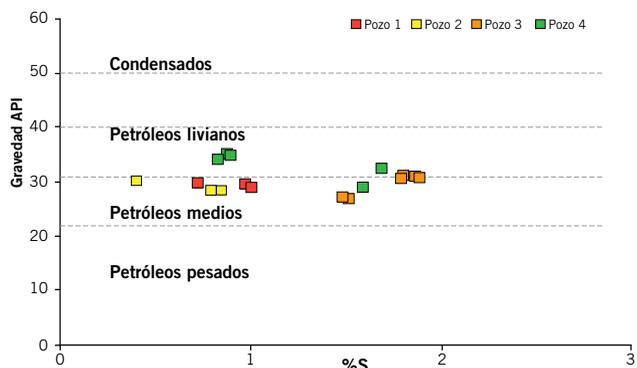


Figura 8. %S versus contenido de azufre.

Contenido de parafinas e iso-parafinas

Las parafinas (o alcanos) son hidrocarburos de fórmula general C_nH_{2n+2} . Poseen enlaces simples entre los átomos de carbono. Incluyen las cadenas lineares (normal-parafinas) y ramificadas, como el metano, etano, propano e iso-butano.

Las normal-parafinas son definidas como cadenas lineares de enlaces C-H. Se nombran en base al número de átomos de carbono que posean, incrementándose en una unidad, desde las normal-parafinas livianas (nC1, nC2, nC3, etc.) hasta las más pesadas (nC30, nC40, etc.). En un petróleo típico hay un número limitado de estos compuestos, generalmente menos de 80 ($n = 1$ a 80). Este ordenamiento por masa y su abundancia relativa hace que sean los compuestos más fácilmente identificados en un petróleo.

El concepto de iso-parafina es utilizado para representar los compuestos con menor abundancia que aparecen entre una normal-parafina determinada y la normal-parafina anterior; es decir, que la iso-parafina de 20 átomos de carbono hará referencia a todos los compuestos del petróleo que se encuentren entre las normal-parafinas de 20 y 19 átomos de carbono y se denominará iso-C20.

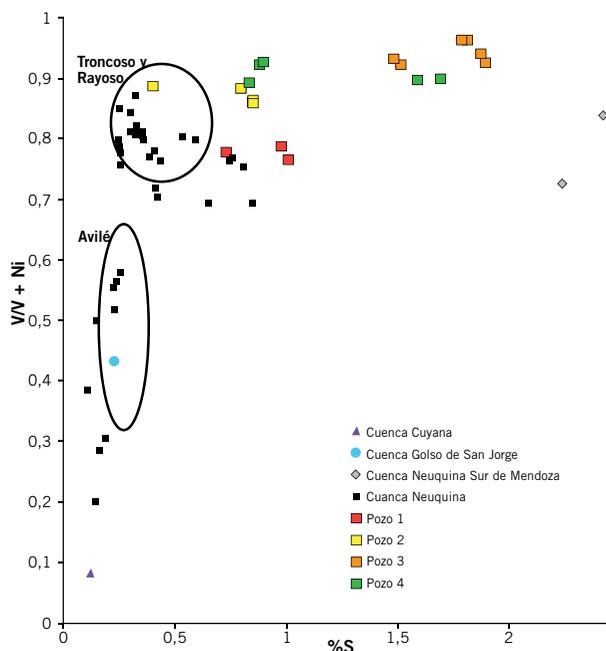


Figura 9. %S versus V/V + Ni.

A continuación se presentan los gráficos correspondientes a la distribución de las normal-parafinas e iso-parafinas. En el eje horizontal, de izquierda a derecha se ubican los compuestos en base al número de átomos de carbono, desde C3 hasta C37. El objetivo principal es observar diferencias en las distribuciones entre pozos y/o formaciones de estudio.

En la figura 10 se pueden observar diferencias en la distribución de normal-parafinas por formación y por pozo, sobre todo en la fracción C15-. En la fracción más pesada se observa una tendencia coincidente de todas las muestras, con un predominio de las parafinas de número impar; evidenciando un origen común de los petróleos en un ambiente predominantemente marino.

En el caso del Pozo 3, los petróleos de la Fm. Tordillo presentan una composición disminuida en compuestos normales hasta 17 átomos de carbono, mientras que los petróleos que corresponden a la Fm. Barda Negra presentan una distribución gaussiana de compuestos normales (distribución esperada para petróleos no alterados por procesos como evaporación o biodegradación).

La muestra de producción tiene una distribución de compuestos normales mucho más cercana a la observada para los petróleos de la Fm. Barda Negra.

Para el Pozo 4 se mencionará, en primer lugar, que la distribución de compuestos normales de la muestra de producción es muy particular y a priori difícil de explicar en base a fenómenos naturales en reservorio, debido a que la resultante cóncava de la distribución de los compuestos nC3 a nC10 no es esperable de un petróleo normal que no se ve afectado por fenómenos de biodegradación o evaporación en reservorio. En este caso puntual se recomienda su re-muestreo y re-análisis.

La distribución de la muestra de la Fm. Tordillo presenta una mayor concentración de los compuestos livianos hasta nC7 y menor concentración a partir de nC7 que los crudos de la Fm. Barda Negra. Sin embargo, como se mencionó la tendencia general de abundancia relativa de los distintos compuestos es la misma, lo cual podría indicar un mismo origen de los petróleos.

Finalmente se observa que la muestra de producción

a partir de nC11 es similar en concentración de sus compuestos normales a los petróleos de la Fm. Barda Negra.

El comportamiento de las Fm. Tordillo y Barda Negra presentan distintos comportamientos en los dos pozos en estudio, indicando variaciones de los reservorios en distintas posiciones del yacimiento. En el caso del Pozo 3 la distribución de compuestos normales se ve aplanada con respecto a la distribución gaussiana de las normal-parafinas en el Pozo 4. La diferencia entre los petróleos de la Fm. Barda Negra de los Pozos 3 y 4 no es tan marcada como en el caso de la Fm. Tordillo, pero sigue siendo evidente. Las muestras tomadas en el Pozo 4 poseen una mayor concentración de normal-parafinas, sobre todo en el sector de nC4 a nC8.

La distribución de iso-parafinas (Figura 11) también presenta diferencias significativas de acuerdo con los distintos pozos y formaciones. Destacándose los petróleos de la Fm. Barda Negra del Pozo 4 por poseer mayor concentración de iso-parafinas y los petróleos de la Fm. Tordillo del Pozo 3 por su menor concentración de iso-parafinas livianas (hasta iso-C12), mientras que las muestras del Pozo 1 tienen la menor concentración de iso-parafinas mayores que iso-C12.

Distribución de isoprenoides y parámetros vinculados

Los isoprenoides son compuestos biológicos derivados del terpeno, compuesto presente en los vegetales. Se trata de una serie homóloga de hidrocarburos ramificados, comunes en la mayoría de los petróleos, que son fácilmente identificables en un *fingerprint* cromatográfico mediante la comparación con las posiciones de las normal-parafinas entre 13 y 20 átomos de carbono.

Las variaciones en la concentración de los isoprenoides pueden utilizarse para rastrear variaciones genéticas entre distintos petróleos y/o alteraciones secundarias que hayan sufrido los mismos en el reservorio.

Los isoprenoides de 19 y 20 átomos de carbono, denominados Pristano y Fitano, respectivamente, son los que se utilizan en la mayoría de los gráficos por ser los compuestos más abundantes de toda la serie.

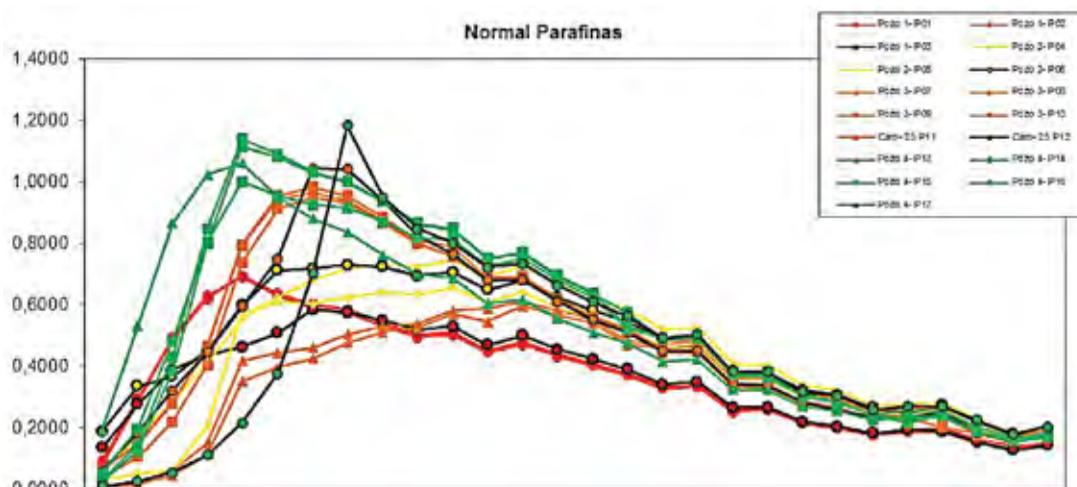


Figura 10. Distribución de normal-parafinas.

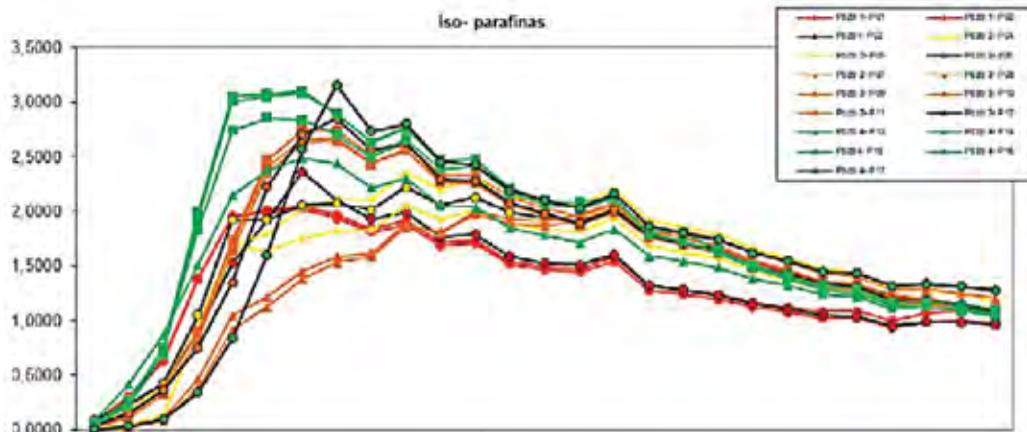


Figura 11. Distribución de iso-parafinas.

Mediante la comparación de los isoprenoides Pristano y Fitano con su respectivo compuesto normal anterior en una corrida cromatográfica se busca observar variaciones en la distribución de las muestras vinculadas a madurez o biodegradación.

En todos los petróleos estudiados se observa una variación principal por madurez y la separación de las muestras del Mb. Chorreado del resto de los petróleos.

La relación entre los isoprenoides Pristano y Fitano indica variaciones en las características del tipo de materia orgánica y en el ambiente de deposición de la roca generadora, pudiendo determinarse un ambiente de deposición marino reductor para la totalidad de las muestras estudiadas. De observarse una fuerte alteración de las muestras por biodegradación se registraría una variación en la distribución gráfica de los petróleos en el eje de las ordenadas (Figura 12).

El CPI es el índice de preferencia de carbonos y representa la proporción de normal-parafinas con número de átomos de carbono impar respecto a las normal-parafinas con número de átomos de carbono par. Se calcula mediante la fórmula:

$$CPI = (C31+C21+2(C23+C25+C27+C29)) / 2(C22+C24+C26+C28+C30)$$

En el caso que los compuestos predominantes sean las normal-parafinas de número de átomos de carbono impar, el CPI será mayor a la unidad. Esto se relaciona a un origen de petróleos a partir de una roca madre con participación de material terrestre.

Los petróleos estudiados tienen todos un CPI menor que la unidad y, por lo tanto, se asociarían con rocas madres con carbonatos o ricas en carbonatos. Sin embargo, se observa una diferenciación gráfica en la horizontal (Figura 13) dada a variaciones en el CPI. Los petróleos de producción de cada uno de los pozos estudiados se separan del resto de los petróleos del pozo, teniendo todos ellos, excepto el petróleo P17 del Pozo 4, un menor CPI que las muestras de capa individual. En el caso del Pozo 3, los petróleos P07 y P08 (Fm. Tordillo) se separan claramente de las muestras de la Fm. Barda Negra, las cuales poseen un CPI más cercano a la unidad. El petróleo de la Fm. Tordillo del Pozo 4 es el de menor CPI del conjunto de petróleos

analizados, incluso menor que la muestra de producción; mientras que las muestras de la Fm. Barda Negra de este pozo se separan tanto por el CPI como por una relación Pr/F mayor.

Las diferencias en los CPI generalmente indican variaciones de madurez, en MO terrestre el CPI disminuye hacia

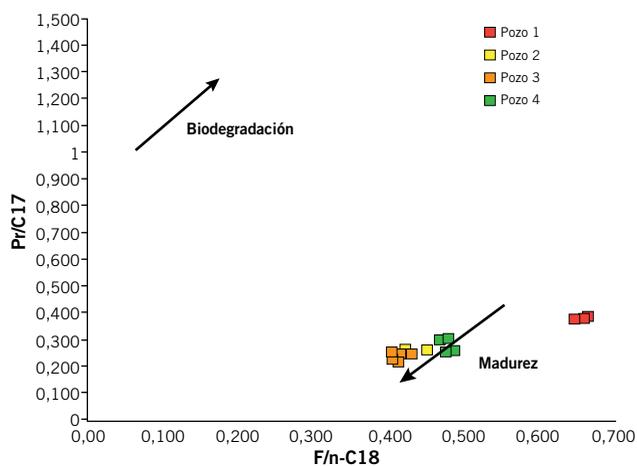


Figura 12. Relación F/n-C18 versus Pr/C17.

1 y en MO marina carbonática, aumenta. Aquí los petróleos del Pozo 1 (Chorreado, más inmaduro por isoprenoides) no reflejan el mismo comportamiento en el CPI, probablemente por diferencias de facies, además de madurez.

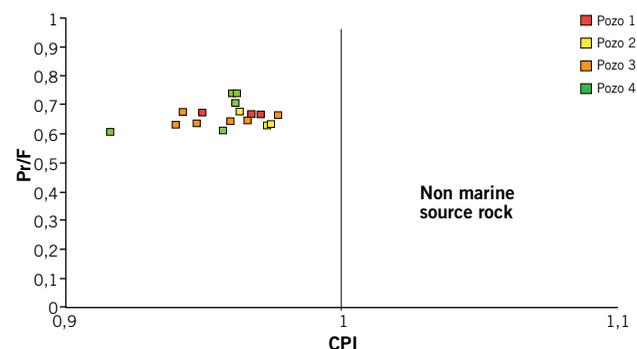


Figura 13. Comparación CPI versus Pr/F.

Fracción gasolina

Los isómeros de 6 y 7 átomos de carbono se utilizan como parámetros de comparación entre petróleos, los cuales permiten evidenciar alteraciones de los petróleos vinculadas a evaporación de la fracción liviana, lavado con agua, biodegradación, etc.

Vuelve a observarse (Figura 14) una variación en la distribución principalmente por madurez, el fraccionamiento evaporativo podría estar afectando a la distribución de vectores, sin descartar aportes menores de lavado con agua. Los petróleos de producción de los pozos 1, 2 y 4 se separan del resto debido a un aumento en la relación TOL/n-C7; esto puede estar vinculado a la mayor susceptibilidad a verse sometidos a un fraccionamiento evaporativo durante la producción. Las muestras del Pozo 3 se separan del resto, presentando mayores valores de la relación n-C7/MCH, lo cual puede estar vinculado a un mayor grado de madurez. Sin embargo, para este pozo las muestras de la Fm. Tordillo se separan de las de la Fm. Barda Negra y la muestra de producción comparte sus características con estas últimas. Llamativamente la muestra de la Fm. Tordillo del Pozo 4 se encuentra en la misma posición que las muestras de la Fm. Barda Negra del Pozo 3, lo que indicaría una mayor madurez de la Fm. Tordillo con respecto a la Fm. Barda Negra en la posición del Pozo 4. En la figura 15 se compara la relación.

Tol/n-C7 respecto de Tol/DiMetilciclopentanos, con el objetivo de rastrear las variaciones especialmente vinculadas al lavado con agua, ya que ambos denominadores involucran compuestos insolubles en agua comparados con el tolueno (solubilidad: 0,53 g/l a 20-25 °C). Se observa entonces que los petróleos de producción de los pozos 1, 2 y 4 se separan del resto. Para cada pozo se registra una tendencia hacia el origen del gráfico, hacia donde aumenta la proporción del lavado con agua. Nuevamente los petróleos P07 y P08 se separan del resto de las muestras del Pozo 3 y el P13 se separa de los petróleos de Barda Negra. De este modo es sencillo de observar que para el rango gasolina

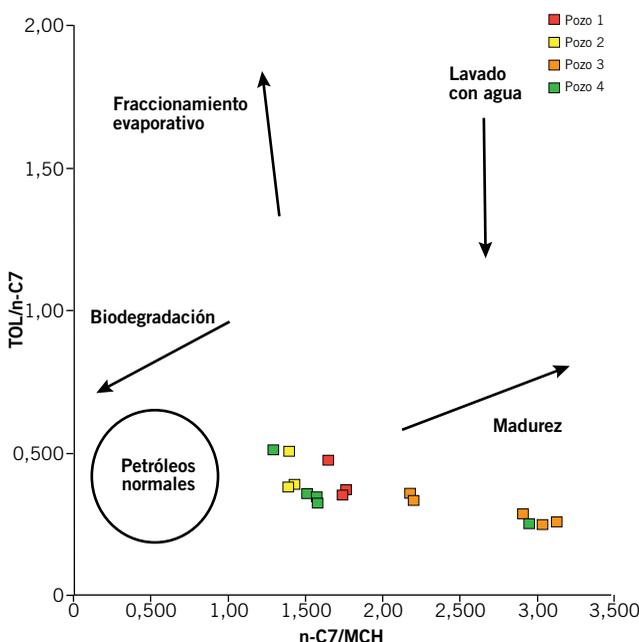


Figura 14. Comparación n-C7/MCH versus TOL/n-C7.

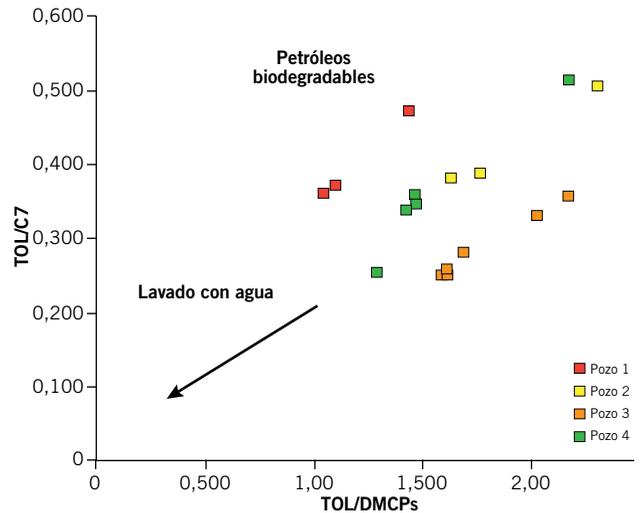


Figura 15. TOL/DMCPs versus TOL/C7.

no puede establecerse un comportamiento único para las Formaciones Tordillo y Barda Negra en los distintos pozos.

Índices de parafina de Thompson

Los valores Heptano e iso-Heptano son definidos por Thompson como los índices de parafina, los cuales aumentan con la madurez. El valor Heptano también puede verse afectado por la biodegradación (VH < 18). Los valores observados muestran que los petróleos tendrían una madurez elevada y no estarían afectados por procesos de biodegradación. Los petróleos del Pozo 1 son los menos maduros y los del Pozo 3 los más maduros.

Para este último caso se manifiesta una separación entre los petróleos de la Fm. Tordillo y los de la Fm. Barda Negra. Las muestras de la Fm. Barda Negra del Pozo 4 se separan de la posición de la misma formación para el Pozo 3 y, a su vez, el petróleo de la Fm. Tordillo y la muestra de producción no coinciden con la tendencia de Barda Negra. De este modo se corrobora una diferenciación por pozo y por formación estudiada. En la figura 16 se agregaron los petróleos de producción de niveles de VM en LLL que muestran una evolución muy diferente, con VH menores a los esperados por la madurez; esta diferencia podría estar asociada a la "no convencionalidad" de los petróleos.

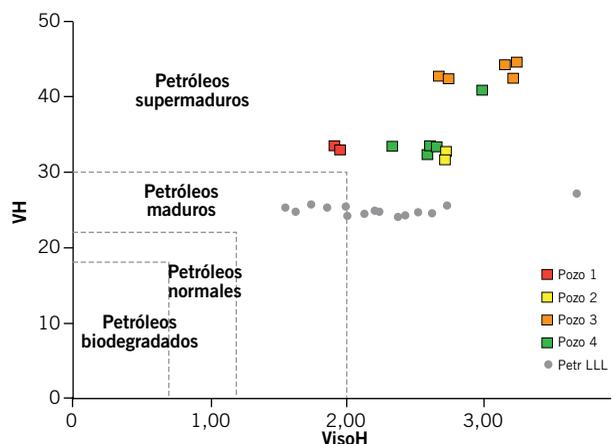


Figura 16. VisoH versus VH.

Parámetros de biodegradación

En la figura 17 se presenta una comparación de dos parámetros denominados RBA y RBP (Relaciones de biodegradación de Acíclicos y de Parafinas, respectivamente). Estos parámetros miden el grado de biodegradación que modifica la composición del petróleo en la zona de Pristano y en la zona de C27 a C31 (Fasola *et al.*, 2008).

Se observa que los petróleos de los Pozos 1 y los de la Fm. Barda Negra del Pozo 4 corresponden a petróleos normales. Para este último caso la muestra de producción se encuentra entre las muestras de la Fm. Barda Negra, de alto RBA, y la de la Fm. Tordillo, de RBA más bajo. El resto de los petróleos se separan de los petróleos normales probablemente por una mayor madurez.

Diagrama triangular de evaporación

Con el objetivo de evaluar el proceso de evaporación de manera independiente de la posible biodegradación de los petróleos, se utiliza un gráfico triangular construido en base a compuestos resistentes a la biodegradación en distintos rangos de pesos moleculares: nafténicos de 6 y 7 átomos de carbono, Isoprenoides Livianos e Isoprenoides Pesados.

En la figura 18 se observa una evaporación severa del petróleo de producción del Pozo 4 (P17), lo cual se había

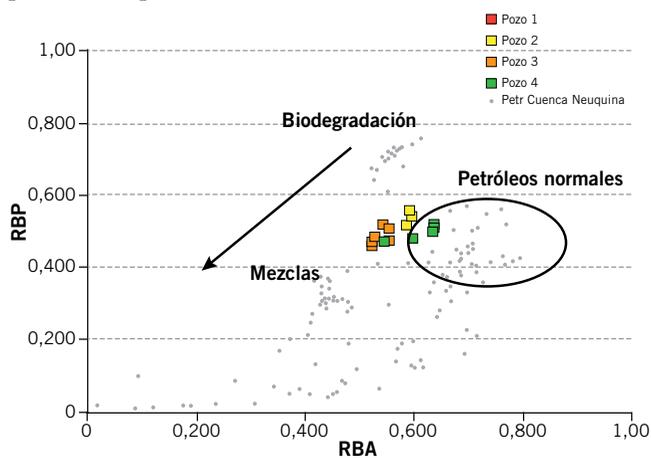


Figura 17. RBA versus RBP.

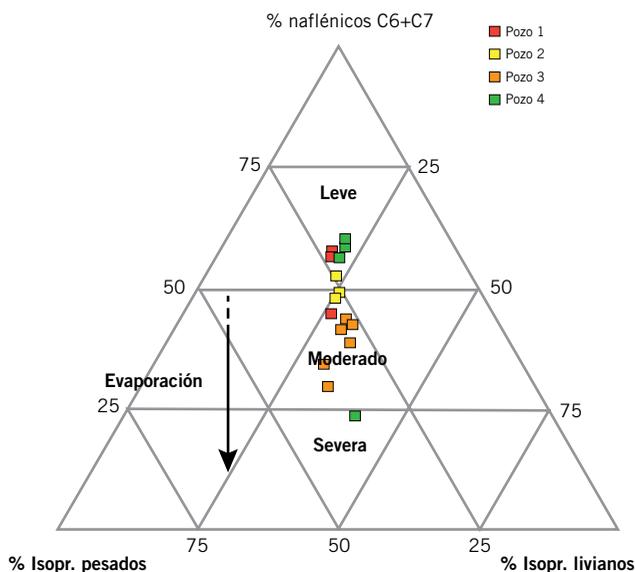


Figura 18. Diagrama triangular de evaporación.

observado en varios gráficos de las fracciones livianas y del rango gasolina. Del mismo modo la muestra P01 del Pozo 1 también se encuentra evaporada con respecto al resto de los petróleos del pozo y los petróleos de la Fm. Tordillo del Pozo 3 están más evaporados que los petróleos de la Fm. Barda Negra y de producción.

En general los petróleos de los pozos 1, 2 y 4 presentan un grado de evaporación leve, mientras que los petróleos del Pozo 3 presentan una evaporación moderada.

5. Análisis de factibilidad de aplicación de la metodología geoquímica de asignación de la producción

A partir de la caracterización de cada una de las 17 muestras de petróleo se obtuvieron un total de 139 parámetros

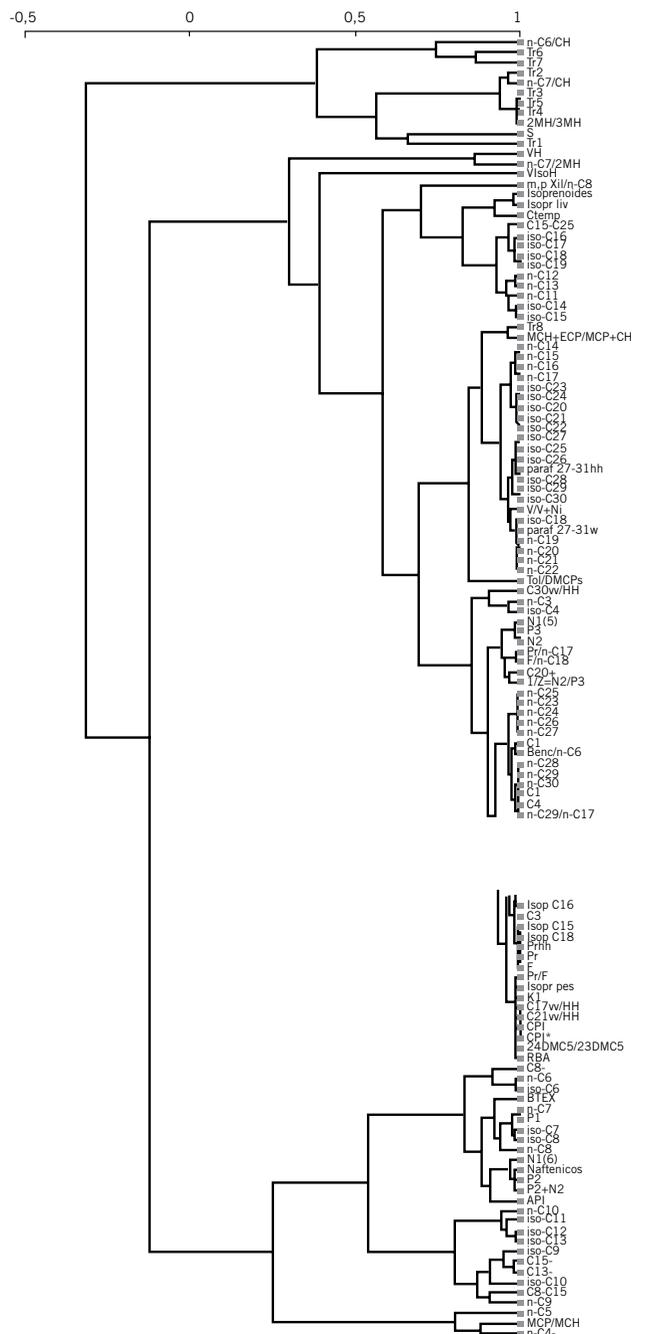


Figura 19. Dendrograma de coeficiente de correlación de 129 parámetros geoquímicos.

Parámetros utilizados

n-C7	n-C6/CH	paraf 27-31hh
n-C8	n-C7/MCH	Pr
n-C12	MCP/MCH	F
n-C14	Tol/n-C7	C20+
n-C23	2MH/3MH	S
iso-C20	Tol/DMCPs	API
P2	VIsoH	BTEX
N1(5)	MCH+ECP/MCP+CH	m,p Xil/n-C8
N1(6)	Pr/F	Isoprenoides
K1	Pr/n-C17	VV+Ni
Tr1	F/n-C18	CPI *
Tr7	RBA	C8-
C2	RBP	C8-C15
VH	paraf 27-31w	C15-C25

Figura 20. Parámetros de correlación seleccionados.

metros geoquímicos. Con los mismos se realizó un dendrograma de coeficientes de correlación (Figura 19), con el objetivo de determinar qué parámetros se comportaban de modo similar y seleccionar de cada conjunto de parámetros uno representativo. Se seleccionaron 42 parámetros (Figura 20), los cuales permitirían expresar, si las hubie-

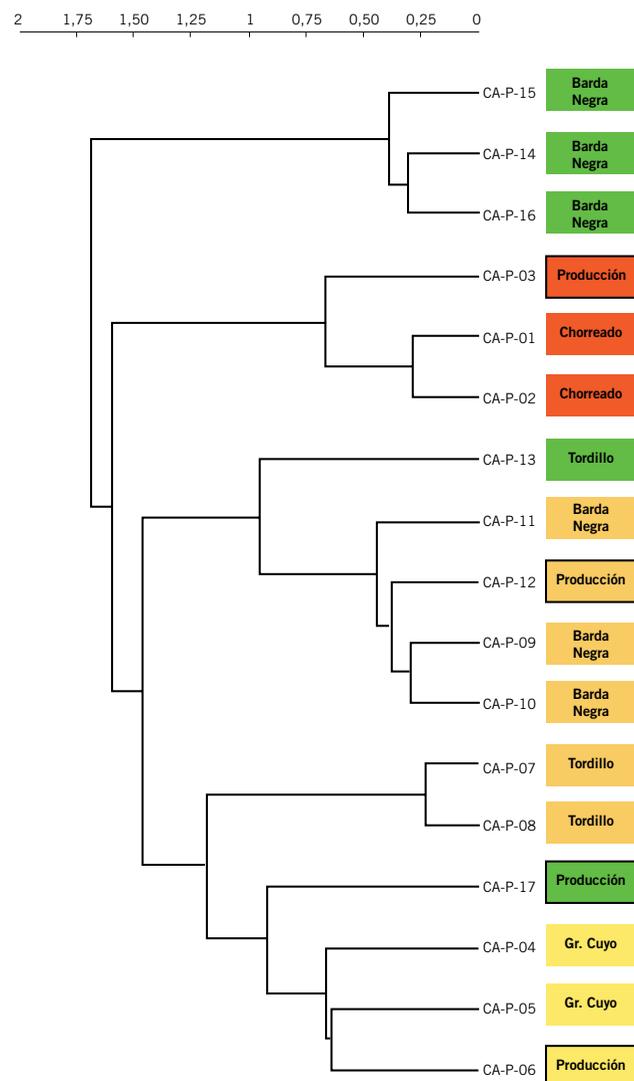


Figura 21. Dendrograma por coeficientes de distancia para Cañadón Amarillo.

re, las variaciones más significativas entre muestras y, de ese modo, poder aplicar, posteriormente, la metodología de alocaión de la producción por métodos geoquímicos. Luego se confeccionó un dendrograma por coeficientes de distancia, el cual asocia las muestras por similitud entre las mismas (Figura 21).

Para facilitar la tarea del lector, a continuación se harán algunos comentarios acerca de la distribución de petróleos en el dendrograma, mencionando en primer lugar aquello vinculado con los petróleos de capa individual y luego lo referido a los petróleos de producción, siempre comenzando por el extremo superior del dendrograma.

En cuanto a las muestras de capa individual:

- Los petróleos de la Fm. Barda Negra del Pozo 4 se asocian por fuera del resto de las ramas del dendrograma.
- Los petróleos del Mb. Chorreado del Pozo 1 se agrupan en el mismo sector del dendrograma de acuerdo con su grado de similitud.
- El petróleo de la Fm. Tordillo del Pozo 4 se separa tanto de las muestras de la Fm. Barda Negra como del petróleo de producción de ese pozo.
- Los petróleos de la Fm. Barda Negra del Pozo 3 se separan de los petróleos de la misma formación del Pozo 4.
- Los petróleos de la Fm. Tordillo del Pozo 3 se encuentran cercanos al resto de las muestras del pozo, pero vinculados por una rama distinta del dendrograma, por lo cual su nivel de similitud los acerca más a las muestras del Gr. Cuyo que a las de la Fm. Barda Negra.
- Los petróleos del Gr. Cuyo del Pozo 2 se agrupan en el mismo sector del dendrograma de acuerdo con su grado de similitud.

En cuanto a las muestras de producción:

- El petróleo de producción del Pozo 1 se asocia de igual manera a ambas muestras individuales. De este modo, el petróleo de producción es muy similar a ambas muestras de capa individual y estas, a pesar de haber sido muestreadas en distintas fechas, son prácticamente iguales.
- El petróleo de producción del Pozo 3 se asocia en mayor medida con las muestras de la Fm. Barda Negra, por lo cual se puede asumir que la Fm. Tordillo tiene un bajo porcentaje de aporte.
- El petróleo de producción del Pozo 4 se separa del resto de los petróleos del pozo, probablemente debido a las alteraciones observadas en los compuestos livianos. Dicha disminución hace que se acerque a los petróleos del Pozo 2.
- El petróleo de producción del Pozo 2 se asocia con ambas muestras de capa individual del Gr Cuyo, pero con un grado de similitud levemente mayor a la muestra P-05.

Mediante la caracterización geoquímica de petróleos realizada se reconocen diferencias significativas entre las muestras de capas individuales (Formaciones Tordillo y Barda Negra) en los pozos 3 y 4.

En el Pozo 1, la muestra de producción es muy similar a los petróleos del Mb. Chorreado pero contiene menor proporción de livianos. También en el Pozo 2 hay muy buena correlación del petróleo de producción con los ana-

Grupo	Petróleos- Pozo y Fm	Características
I	P-14, P-15 y P-16, Pozo 4, Fm. Barda Negra	Petróleos livianos con mayor proporción de fracción C15-, S<1, V/Ni entre 8 y 13, K1= 0,92, Hcs.Liv: sobremaduro.
II	P-1, P-2 y P-3, Pozo 1, Mb. Chorreado	Petróleos medios con menor proporción de fracción C15-, S<1, V/Ni entre 3,3 y 3,7, K1 = 0,91, Hcs.Liv: sobremaduro con menor parafinicidad; más inmaduro por isoprenoides.
III	P-9, P-10, P-11 y P-12, Pozo 3, Fm. Barda Negra; P-13, Pozo 4, Fm. Tordillo	Petróleos medios con menor proporción de fracción C15-, 1<S<2, V/Ni entre 9 y 26, K1= 0,83 (BN; 0,88 T), Hcs.Liv: sobremaduro con mayor parafinicidad.
IV	P-7. y P-8, Pozo 3, Fm. Tordillo	Petróleos medios con muy baja proporción de fracción C15-, S=1,5, V/Ni entre 12 y 13,6, K1= 0,83, Hcs.Liv: sobremaduro con mayor parafinicidad.
V	P-4, P-5 y P-6 Pozo 2, Gr. Cuyo	Petróleos medios con baja proporción de fracción C15-, S<0,85, V/Ni entre 6 y 8, K1= 0,91, Hcs.Liv: sobremaduro con menor parafinicidad.

Tabla 2. Familias de petróleos.

lizados del Grupo Cuyo, pero se diferencia por la mayor proporción de livianos. Debido a esto podría suponerse la existencia, en ambos pozos, de una capa que aporta a la producción y que no ha sido considerada en este trabajo por no haber sido muestreada oportunamente. Dichas capas deberían tener una concentración de compuestos livianos que justifique las concentraciones presentes en las muestras de producción.

Adicionalmente, se debe mencionar que la evaporación reconocida en la muestra de producción del Pozo 4 hace que su composición no pueda explicarse en base a las muestras de capa individual. Sin embargo, mediante un nuevo muestreo se podría resolver un petróleo de producción de este pozo sin necesidad de repetir los análisis de las muestras de capas individuales.

Discusión de resultados

Acerca de la caracterización de petróleos

La caracterización geoquímica de los petróleos de capas individuales permite reconocer cinco grupos principales, como se detalla en la tabla 2.

Todos los petróleos presentan distribuciones de C15+ muy similares, con ligero predominio de n-parafinas con número par de átomos de C. Esta característica, junto con las distribuciones de isoprenoides, indica que fueron originados por el mismo tipo de materia orgánica. Las diferencias más notables se relacionan con la proporción y la distribución de la fracción liviana (C15-) y se asocian a diferentes condiciones de llenado de las trampas. Los valores determinados de CPI y las proporciones de isoprenoides a n-parafinas sugieren que los petróleos son maduros, pero todos los parámetros de madurez calculados con los hidrocarburos livianos (rango gasolina, C6-C7) califican a los petróleos como sobremaduros. Esta discordancia puede explicarse por procesos de mezcla y alteración (evaporación y lavado con agua) durante un proceso complejo de llenado de trampas.

Las concentraciones y relaciones de metales y azufre son frecuentemente utilizadas para clasificar y correlacionar petróleos, ya que dependen de las condiciones redox en el ambiente de depositación. Todos los valores determinados (azufre moderado a alto y V/Ni >1) se asocian a petróleos originados en rocas marina carbonáticas. Las diferencias observadas se asocian a diferencias faciales (Peters y Moldowan, 1993).

En el Pozo 1, la muestra de producción es muy similar a los petróleos del Mb. Chorreado pero contiene menor proporción de livianos. También en el Pozo 2 hay muy buena correlación del petróleo de producción con los analizados del Gr. Cuyo, pero se diferencia por la mayor proporción de livianos. Debido a esto podría suponerse la existencia, en ambos pozos, de una capa que aporta a la producción y que no ha sido considerada en este trabajo porque no se muestreó oportunamente; esas capas deberían tener una concentración de compuestos livianos que justifique las concentraciones presentes en las muestras de producción.

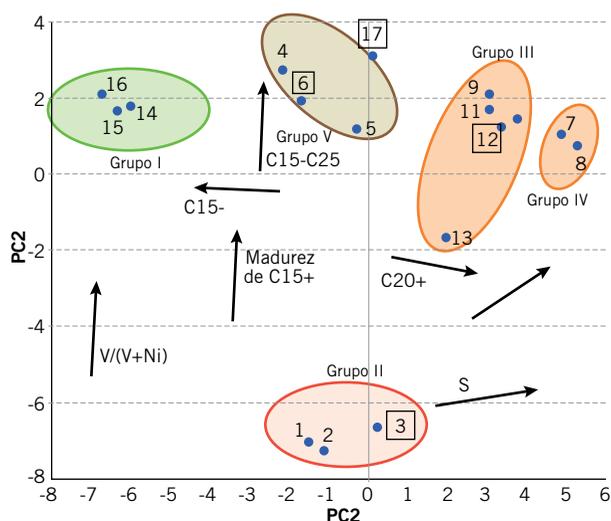


Figura 21. Componentes principales.

Adicionalmente, se debe mencionar que la evaporación reconocida en la muestra de producción del Pozo 4 hace que su composición no pueda explicarse en base a las muestras de capa individual. Sin embargo, mediante un nuevo muestreo se podría resolver un petróleo de producción de este pozo sin necesidad de repetir los análisis de las muestras de capas individuales.

En la tabla 3 se observan los resultados del análisis de componentes principales, cuya distribución de petróleos confirma los resultados obtenidos.

Acerca de la posibilidad de aplicación de la metodología de asignación de la producción

Alocación de la producción para el Pozo 3

Se seleccionaron 80 parámetros composicionales (no se utilizan relaciones, como si se utilizaron para la confección del dendrograma) de acuerdo con el estudio de caracterización realizado para aplicar la metodología de alocación.

Los resultados de alocación obtenidos para el petróleo de producción del Pozo 3, teniendo en cuenta las tres muestras analizadas en la Fm. Barda Negra y las dos muestras estudiadas de la Fm. Tordillo, indican predominio de aporte de Barda Negra (87%, igualmente distribuido entre las tres muestras) y reconoce aporte bajo del petróleo de Tordillo (12%, asignado a una sola de las muestras analizadas). (Tabla 3).

Capa	Fm.	Alocación (% p/p)	R2	Dist
YTEC-CA-P-007	Tordillo	0	0,9733	4,075
YTEC-CA-P-008	Tordillo	12	0,9723	3,494
YTEC-CA-P-009	Barda Negra	29	0,9996	0,913
YTEC-CA-P-010	Barda Negra	29	0,9998	1,056
YTEC-CA-P-011	Barda Negra	29	0,9998	1,027

Tabla 3. Resultados de alocación para el Pozo 3.

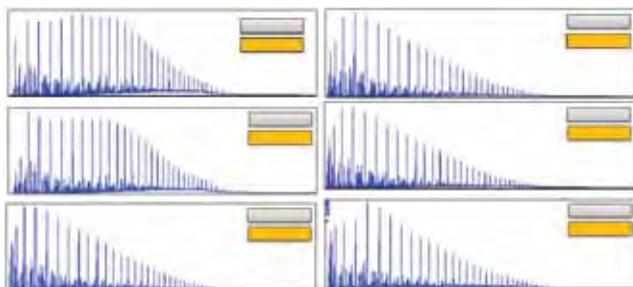


Figura 22. *Fingerprint* cromatográficos del Pozo 3.

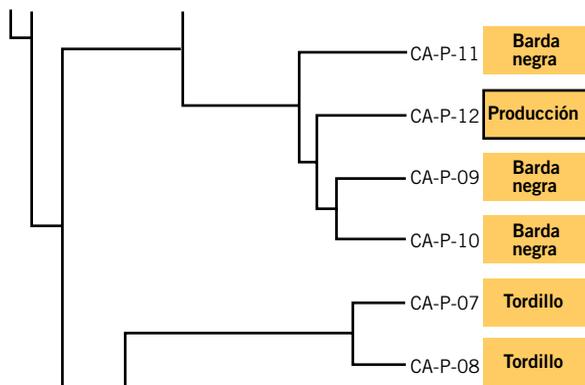


Figura 23. Detalle del dendrograma para las muestras del Pozo 3.



En la figura 22 se presentan los *fingerprints* correspondientes a todas las muestras analizadas en el pozo y en la figura 23 se incluye un detalle del dendrograma donde se muestran los petróleos del Pozo 3. En ambas figuras se evidencia la semejanza del petróleo de producción con las muestras de la Fm. Barda Negra.

Para comparar la validez de la alocación realizada se comparan los valores medidos en el petróleo de producción y los calculados de los parámetros composicionales seleccionados para realizar la alocación. Los coeficientes de distancia y de correlación son 0,6188 y 0,9995, respectivamente. Los coeficientes similares para comparar el petróleo de producción con cada uno de los petróleos de capas individuales son considerablemente mayores e indican que el petróleo de producción se explica mejor con la mezcla calculada por alocación que con cualquiera de los petróleos de capas individuales.

Conclusiones

La caracterización geoquímica de las muestras de petróleo reveló diferencias composicionales entre los petróleos de los distintos pozos y formaciones, que pueden estar relacionadas con variaciones en las características de los reservorios y con compartimentalizaciones dentro de un mismo reservorio.

- El Pozo 1 se caracteriza por petróleos medios, en cuanto a su grado de madurez, con una baja proporción de la fracción liviana (C15-), azufre menor a 1 y relación V/Ni muy baja (entre 3,3 y 3,7). El petróleo de producción presenta características similares a las muestras de capa individual, pero tiene una menor proporción de compuestos livianos y un menor CPI y, de acuerdo con la evaluación del rango Gasolina, se encontraría afectado por el fenómeno de fraccionamiento evaporativo.

- El Pozo 2 presenta petróleos medios con baja proporción de la fracción liviana (C15-), con valores de azufre menores a 0,85 y relación V/Ni entre 6 y 8. El petróleo de producción correlaciona satisfactoriamente con los petróleos de capa individual, pero se diferencia de estos por la mayor proporción de compuestos livianos, menor contenido de vanadio y azufre, menor CPI y mayor afectación por los fenómenos de fraccionamiento evaporativo.
- El Pozo 3 presenta dos modas diferentes, una para la Fm. Tordillo y otra para la Fm. Barda Negra en base a la fracción de compuestos livianos C15-, concentración de azufre, relación V/Ni y madurez. La mayoría de los parámetros analizados, contenido de metales y azufre, C20+, distribución de parafinas y grado de madurez principalmente, indican que el petróleo de producción tiene aporte de ambas capas individuales pero es más afín a la Fm. Barda Negra que a la Fm. Tordillo.
- El Pozo 4 presenta diferencias significativas entre los petróleos de la Fm. Tordillo y los de Barda Negra. Los petróleos de la Fm. Tordillo de este pozo son similares en cuanto a sus características geoquímicas a los petróleos de la Fm. Barda Negra del pozo Cam-25, ya que se trata de petróleos medios con menor proporción de C15-, azufre entre 1-2% y valores de V/Ni entre 9-26, entre otras características. Mientras que los petróleos de la Fm. Barda Negra de este pozo son petróleos livianos con mayor proporción de la fracción C15-, azufre menor a 1% y relación V/Ni entre 8 y 13.

En base a las diferencias observadas para los distintos grupos de petróleos del Yacimiento Cañadón Amarillo (Tabla 2), se considera que es factible la aplicación de la metodología geoquímica de alocación de la producción en reservorios multicapa.

- La producción del Pozo 1 y del Pozo 2 no podría explicarse por el aporte exclusivo de las unidades Chorreado y Cuyo, respectivamente. Se asume que hay capas individuales que aportan a la producción pero que no han sido consideradas en este estudio.
- Para el Pozo 3 fue posible la alocación de la producción mediante la metodología geoquímica. Los resultados obtenidos para el petróleo de producción, teniendo en cuenta las tres muestras analizadas en la Fm. Barda Negra y las dos muestras estudiadas de la Fm. Tordillo, indican predominio de aporte de Barda Negra (87%, igualmente distribuido entre las tres muestras) y reconoce aporte bajo del petróleo de Tordillo (12%; asignado a una sola de las muestras analizadas). ■

Bibliografía

- Blanc, Ph. y Connan, J. (1993). "Crude Oils in Reservoirs: the Factors Influencing their Composition", in Applied Petroleum Geochemistry M. L. Bordenave (ed) De. Technip, pp.149-174.
- Curiale, J. D., Cameron D. y Davis, D. V. (1985). "Biological Marker distribution and Significance in oils and rocks of the Monterey Formation, California", *Geochim. et Cosmochim. Acta*, Vol 49, pp. 271-288.
- Fasola, M. E., Labayén, I., Lema, M. y Baz, A. (2005). "Alocación de producción mediante el empleo de la Geoquímica Orgánica en el Yacimiento Los Perales, Cuenca del Golfo San Jorge", VI Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Mar del Plata, Argentina, noviembre, 2005.
- Fasola, M. E., Labayén, I., Maselli, G. y Kuriss, A. (2010). "Asignación de la producción conjunta en reservorios multicapas mediante técnicas geoquímicas", Congreso de producción del Bicentenario, Salta, Argentina, 18 al 21 de mayo, 2010.
- Fasola, M. E., Labayén, I., Maselli, G., Potas, G. y Ferreira, M. L. (2008). "La biodegradación como herramienta para entender la distribución de fluidos en el yacimiento Cañadón Vasco-Cuenca del Golfo San Jorge, Argentina", VII Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Mar del Plata, Argentina, noviembre, 2008.
- George, S. C., Volk, H. y Ahmed, M. (2005). "Recognizing oil mixing using maturity parameters from different molecular weight fractions of oils", in Organic Geochemistry Challenges for the 21st Century (Vol 1), from 22nd Intern. Meeting on Organic Geochemistry, Seville Spain September 2005, pp. 62-63.
- Hunt, J. M. (1996). "Petroleum Geochemistry and Geology", W. H. Freeman and Co.
- Labayén, I. L., Fasola, M., Del Monte, A. y Castelo, R. (2004). "Alocación de producción mediante el empleo de la geoquímica orgánica en el Yacimiento Chihuido de la Sierra Negra-Lomitas, Cuenca Neuquina", INNOTEC, Buenos Aires, 14-17 de septiembre de 2004.
- Labayén, I., Fasola, M. E., Del Monte, A. y Castelo, R. (2005). "Alocación de producción in Organic Geochemistry Challenges for the 21st Century (Vol 1), from 22nd Intern. Meeting on Organic Geochemistry, Seville Spain September 2005, pp. 62-63.
- Larter, S. R. y Aplin, A. C. (1995). "Reservoir Geochemistry: methods, applications and opportunities", In The Geochemistry of reservoirs, Cubbit, J. M. y England, W. A. (eds), Geological Society Special Publication N° 86, pp. 5-32.
- Larter, S. R., Aplin, A. C., Corbett, P. y Ementon, N. (1994). "Reservoir Geochemistry: a Link between Reservoir Geology and Engineering?", SPE 28849, pp. 441-450.
- Leythaeuser, D., Mackenzie, A., Schaefer, R. G. y Bjoroy, M. (1984). "A Novel Approach for Recognition and Quantification of Hydrocarbon Migration Effects in Shale-Sandstone Sequences". AAPG Bull.V.68, N° 2, pp. 196-219.
- Lorincevich, E., Fasola, M. E y Labayén, I. (2007). "Applications of Organic Geochemistry in Rayoso Formation Characterization: Chihuido De La Sierra Negra-Lomita Field, Neuquina Basin, Argentina", SPE 107869-PP. Presentado en el V LALPEC, 14-18 de abril, Buenos Aires, Argentina.
- McCaffrey, M. A., Legarre, H. A. y Johnson, S. J. (1996). "Using Biomarkers to Improve Heavy Oil reservoir Management: An Example From the Cymric Field, Kern County, California". AAPG Bull.V.80, N° 6, pp. 898-913.



Congresos y Jornadas

2017 traerá nuevas oportunidades de alto nivel técnico para volver a reunir a los profesionales de la industria.

Los que vendrán

La Conferencia de ARPEL en abril llegará a Uruguay

Del 25 al 27 de abril, ARPEL (la Asociación Regional de Empresas del Sector Petróleo, Gas y Biocombustibles en Latinoamérica y el Caribe) realizará en el Hotel Conrad de Punta del Este, Uruguay, la quinta edición de su Conferencia Regional de Petróleo y Gas.

Ministros de Energía y presidentes de compañías de petróleo y gas de la región participarán de una instancia especial de diálogo que tendrá como eje la nueva realidad energética y los desafíos y oportunidades que presenta para los gobiernos y para las empresas.



Asimismo, la Conferencia ARPEL 2017 contará con un foro de negocios enfocado en la promoción de oportunidades de inversión en exploración y producción en América latina y el Caribe.

Expertos de prestigio internacional tratarán temas, como perspectivas para el desarrollo de reservas de gas en la región, desafíos que enfrenta el *upstream*, futuro de la industria en el nuevo contexto mundial, visión geopolítica y económica global y regional y su impacto en el sector energía, la industria en un mundo restringido en carbono, entre otros.

Serán tres jornadas para interactuar con altos ejecutivos y profesionales vinculados a la industria, buscar sinergias y detectar oportunidades de negocio en toda la cadena de valor.

Más información: www.conferenciaarpel.org

Llega a Buenos Aires LACPEC, la conferencia regional de la SPE

Este año, del 17 al 19 de mayo, la Argentina será sede de la Conferencia de Ingeniería de Petróleo para América latina y el Caribe 2017 (LACPEC, o *Latin America and Caribbean Petroleum Engineering Conference*), el evento técnico más importante de la SPE en E&P para la región, diseñada para mostrar las existentes, emergentes y futuras necesidades del sector *upstream* de la industria de petróleo. Se trata de un evento técnico que ofrece a profesionales alrededor del mundo en E&P la oportunidad de compartir soluciones a retos de la



SPE Latin American and Caribbean
Petroleum Engineering Conference
Creating Opportunities Today for a Better Tomorrow

industria, discutir tecnologías de punta, intercambiar experiencias e introducir a la región innovadoras soluciones.

Este año también se contará con importantes participaciones, como la de Janeen Judah (Chevron) a cargo de la presidencia de la SPE; y de Anelise Lara (Petrobras), directora del área SPE Sudamérica y Caribe. Se esperan más de 150 presentaciones, ámbitos que ofrecen la oportunidad de discutir los temas más importantes y acciones que se tomarán con el fin de capitalizar al máximo las posibili-

dades hidrocarburíferas de la región; y una Expo donde se exhibirán las nuevas tecnologías que permiten mayor eficiencia, menores costos y proveen una mayor seguridad. Además, se ofrecerán cursos de entrenamiento.

Más información: <http://www.spe.org/events/en/2017/conference/17lacp/homepage.html>

La IGRC (IGU e IPB) se hará este año en Brasil



Del 24 al 26 de mayo en Río de Janeiro, Brasil, se realizará la IGRC 2017 (la International Gas Union Research Conference), donde se debatirá el futuro de la industria del gas natural con líderes de todo el mundo.

En efecto, se trata de uno de los eventos técnicos más importantes en la industria del gas y estará organizado por el Instituto Brasileño de Petróleo, Gas y Biocombustibles (IBP) en asociación con la Unión Internacional del Gas (IGU).

La Conferencia, de la cual *Petrotecnia* es media partner y el IAPG da apoyo institucional, es un evento itinerante que se realiza cada tres años en un país productor diferente; el año anterior se desarrolló en Copenhague, Dinamarca. La edición 2017 tiene como lema "El gas natural: catalizando el futuro", y mostrará la tecnología como clave estratégica para el futuro modelo de negocio para el crecimiento del gas, hallando en las tendencias tecnológicas el pilar fundamental para el desarrollo de la industria.

El IGRC 2017 reunirá a líderes empresariales en todas las áreas del sector de gas natural para debatir los temas más relevantes en la discusión en el escenario nacional e internacional.

El evento, que tendrá lugar en el complejo de eventos RioCentro, también reunirá a especialistas para presentar ponencias técnicas, que propondrán soluciones para enfrentar los desafíos al desarrollo del sector de gas natural y potenciar las oportunidades de negocio. Los temas de la conferencia incluyen varios segmentos, como producción y exploración, transmisión y distribución de gas, utilización de gas industrial, clima y medio ambiente, entre otros.

Más información: www.igrc2017.com.br

3° Congreso de Integridad en Instalaciones en el Upstream y Downstream de Petróleo y Gas

Del 30 de mayo al 1 de junio de 2017, el IAPG realizará en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires el 3° Congreso de



Integridad en Instalaciones en el *Upstream* y *Downstream* de Petróleo y Gas. La Integridad cobra una presencia cada vez mayor en el transporte de petróleo y de gas, debido a la necesidad de dar una respuesta a la sociedad acerca de la preservación del ambiente, proveyendo programas de O&M que permitan mejorar la eficiencia y cumplir con los requerimientos incluidos en las normativas nacionales e internacionales.

Este Congreso invita a mostrar y revisar las experiencias y los desarrollos en el área de integridad de instalaciones de hidrocarburos, a lo largo de todo el proceso: captación, tratamiento, transporte, refinación y distribución.

Entre los temas que se tratarán, se incluyen: diseño, regulaciones aplicables y construcción de ductos; sistemas y equipos; bombas, compresores, sistemas de potencia; selección de materiales en el *upstream* y *downstream*; revestimientos, protección catódica, *casing*, corrosión interna; corrosión bajo tensión y técnicas de evaluación de ductos en servicio y legislación.

La sede será el Yatch Club de Puerto Madero.

Más información: www.iapg.org.ar

Vuelve la Argentina Oil&Gas Expo (AOG)

Cada dos años el IAPG realiza la Argentina Oil & Gas Expo y convoca a los más destacados especialistas para diseñar estrategias que permitan seguir desarrollando una de las industrias que mueve el mayor volumen de negocios del mundo. Fundamentalmente para promover y potenciar un espacio de intercambio comercial que involucre al conjunto de los empresarios representantes de la cadena de valor del petróleo y gas e industrias relacionadas, asumiendo siempre el compromiso de respetar el medio ambiente.

Del 25 al 28 de septiembre de 2017 regresa una nueva edición (la 11ª) de esta exposición internacional del petróleo y del gas, considerada uno de los principales eventos de la industria de los hidrocarburos en la región. Goza de gran reconocimiento internacional y se encuentra consolidada en el mercado del petróleo, gas e industrias relacionadas.



Para su decimoprimer edición se proyecta la participación de más de 300 empresas, en una superficie de 35.000 m², con la presencia de 20.000 visitantes profesionales. La sede, como es tradicional, será La Rural Predio de Exposiciones, en la Ciudad Autónoma de Exposiciones.

Más información: www.iapg.org.ar

3º Congreso Latinoamericano y del Caribe de Perforación, Terminación, Reparación y Servicio de Pozos



En paralelo con la AOG 2017, también del 25 al 28 de septiembre de 2017, se llevará a cabo el 3º Congreso Latinoamericano y del Caribe de Perforación, Terminación, Reparación y Servicio de Pozos, que contará con la concurrencia de destacados oradores de nivel internacional y llevará el nombre de "Ing. Luis Rabanaque"; contará con el auspicio de la Asociación Regional de Empresas del sector Petróleo, Gas y Biocombustibles en Latinoamérica y el Caribe (ARPEL) también en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Conscientes de la importancia que revisten los desafíos de esta actividad en el mundo actual, el IAPG desea aportar una respuesta a la necesidad de crecientes conocimientos demandados por la perforación, la terminación, la reparación y el servicio de pozos tanto en yacimientos tradicionales, como en yacimientos maduros y no convencionales, arenas compactas, arcillas esquistosas (*tight sands, shale gas, shale oil, etc.*).

En este congreso participarán las empresas productoras, perforadoras y de servicios con actividad en América Latina y destacadas personalidades y expertos en los temas mencionados.

Las exposiciones técnicas se desarrollarán según los ejes temáticos siempre referidos a problemas y soluciones vinculados con la perforación: seguridad, salud ocupacional y medio ambiente; innovaciones tecnológicas en la construcción de pozos; innovaciones en los equipos de torre; operaciones en campos maduros y no convencionales; logística de operaciones; fluidos de perforación, terminación y reparación; operaciones *offshore*; integridad de pozos, abandono de pozos; manejo de *flowback*, tratamiento de desechos sólidos y líquidos; geomecánica de rocas, capacitación y desarrollo del personal; control de pozos; productividad de la industria y su optimización.

Más información: www.iapg.org.ar

NOVEDADES DE LA INDUSTRIA

GE analizó el *State of the art* del mercado energético argentino

Ante unos 300 asistentes, GE, la compañía industrial digital, realizó el 7 y 8 de marzo el seminario "Futuro de la Energía en Argentina y *State-of-the-Art*" (SOA). Con una agenda de dos días y a través de diferentes paneles especializados y conferencias magistrales, compartió las tendencias del mercado energético en la Argentina y en el mundo, así como las actualizaciones y las soluciones tecnológicas de última generación aplicables a la industria.



En el primer panel en el que debatió acerca de las mejores prácticas en generación de energía, Álvaro Anzola, Gerente General de GE *Gas Power Systems* para América Latina, reafirmó el compromiso de la compañía por generar 1.000 MW de energía hacia finales de 2018 a través de proyectos con diferentes clientes clave, que generarán entre otras cosas, 1.000 nuevos empleos. Entre los proyectos que ya se encuentran en etapa de ejecución destacó los firmados con YPF, MSU, Pampa Energía y GENNEIA.

A su vez, Emanuel Bertolini, Gerente Regional de GE Energy Connections, disertó sobre los desafíos y oportunidades que ofrece la red energética en la era digital, y afirmó "Somos un socio estratégico de la Argentina desde hace décadas, contamos con un gran portfolio de productos para dar respuesta a las necesidades crecientes de la Argentina en materia de transmisión y distribución de energía. Allí estará la clave en los próximos años".

En lo que respecta a generación de energías con fuentes renovables, Jean-Claude Robert, Gerente Regional de GE *Renewable Energy*, destacó el esfuerzo que el gobierno nacional está llevando a cabo por diversificar la matriz energética local que prevé contar con 10GW de energía renovable en las redes en los próximos 10 años.

Además, diferentes ejecutivos de las principales

empresas de la industria, estuvieron presentes en los paneles analizando y debatiendo acerca del futuro de la matriz energética argentina y su relación con las tendencias mundiales, así como la exploración e incorporación de nuevas tecnologías que permitan optimizar el proceso de generación. Para ello, concluyeron los presentes, las soluciones digitales, la diversificación de la matriz energética y la renovación de flota de equipamiento existente son claves.

"Estamos muy satisfechos con el desarrollo de este evento que nucleó a las principales empresas del mercado argentino. GE tiene más de 97 años trabajando de forma sostenida para la actualización de la infraestructura del país. Sin duda creemos que estamos en transitando el camino correcto en la Argentina", comentó Alejandro Bottan, CEO de GE para el Cono Sur.

Cambios en San Antonio Internacional

San Antonio Internacional S.A., compañía de Servicios Petroleros, anunció la reciente incorporación de Pablo Miedziak como *Chief Financial Officer* con responsabilidad sobre todas las compañías que conforman el Grupo San Antonio.

El ejecutivo posee una amplia experiencia en el área desarrollada en empresas multinacionales. Es Contador Público, egresado de la Universidad Argentina de la Empresa, y presenta estudios de Posgrado en Finanzas de la Universidad de San Andrés.

En su trayectoria laboral, se destaca su rol como ejecutivo financiero en empresas de servicios de gran dotación. Ocupó desde 2015 la posición de CFO para Aerolíneas Argentinas y Austral, fue CFO de la Región Sudamérica para *Starwood Hotels and Resorts*, trabajó en la organización Techint para las empresas Tecpetrol y Tenaris; su carrera comenzó en 1993 en el estudio Price Waterhouse. Su experiencia en el mercado será clave y agregará valor a la gestión organizacional en su conjunto.



La compra de IECSA da lugar al nacimiento de SACDE

Marcelo Mindlin, Damián Mindlin, Gustavo Mariani y Ricardo Torres, socios y principales accionistas de Pampa Energía, firmaron la compra de la totalidad de la constructora IECSA y sus empresas asociadas.

Tras una competencia internacional organizada por el Banco Lazard, de la que participaron compañías nacionales e internacionales, se concretó la operación que reviste suma importancia para el Grupo, ya que incorpora una de las empresas más grandes en construcción e infraestructura del país.

La empresa, que a partir de los próximos cambios societarios pasará a llamarse Sociedad Argentina de Construcción y Desarrollo Estratégico (SACDE), será presidida por Damián Mindlin, quien también asumirá el rol de CEO. En la reorganización del equipo de ejecutivos, fue designado como nuevo CFO Raúl Warat, quien hasta ahora se desempeñaba en el grupo comprador.

Al dar a conocer la información, Damián Mindlin, expresó: “Estamos muy contentos de haber podido comprar una empresa tan importante, con la calidad de sus ingenieros, arquitectos, profesionales y empleados quienes son la plataforma para seguir creciendo. Sumar una empresa constructora líder consolidará y fortalecerá las posibilidades de desarrollo de nuestro grupo, como ha sucedido con otros grandes y emblemáticos holdings económicos argentinos; como por ejemplo, en el pasado fue la exSADE del grupo Pérez Companc”.

Hace pocas semanas los mismos socios anunciaron un desarrollo inmobiliario en Barrio Parque, en un predio que compraron al Banco Santander, donde invertirán alrededor de 100 millones de dólares.



programas de RSE a través de cuatro ejes estratégicos: Educación y Cultura, Salud y Deporte, Desarrollo local y Ambiente. Los resultados obtenidos se lograron a través del trabajo articulado con instituciones públicas y privadas, que buscan lograr el desarrollo sustentable de las comunidades en las que la compañía opera.

En el área de Educación y Cultura, los resultados más destacados fueron los siguientes: más de 2.100 docentes asistieron a actividades de formación y actualización; 109 jóvenes recibieron becas universitarias, alrededor de 13.200 alumnos fueron alcanzados por diferentes propuestas pedagógicas. Además, las comunidades disfrutaron de eventos culturales y muestras educativas abiertas y gratuitas.



Vinculado al desarrollo local, el Programa Pymes PAE concluyó su decimoprimer año con más de 41.490 horas de formación a través de 175 capacitaciones realizadas en las que participaron más de 2.800 referentes de empresas y emprendimientos de la región. Además, se fomentó la creación de unidades productivas locales a través de la formación profesional, la infraestructura y el acceso al crédito.

Respecto del trabajo realizado en Salud y Deporte, se implementaron programas de capacitación para más de 600 profesionales de la salud y se contribuyó con equi-

Balance de PAE en RSE: alcanzó a 300.000 personas

La operadora Pan American Energy presentó los resultados 2016 de su gestión de responsabilidad social empresarial con la cual alcanzó a más de 300.000 personas en las provincias de Chubut, Santa Cruz, Neuquén y Salta. En 2016, la compañía implementó 75



pamiento médico en cinco centros de salud. Además, a través del Programa de Prevención y Tratamiento de Adicciones, capacitaron a más de 180 docentes y operadores terapéuticos. Por otro lado, y con el objetivo de estimular la vida sana, PAE promocionó clínicas deportivas y torneos, inauguró cuatro plazas saludables y donó indumentaria deportiva.



Por último, dentro del eje Ambiente, más de 500 jóvenes fueron alcanzados por las campañas de concientización para la protección de la biodiversidad. Además, PAE sostuvo su acompañamiento para la preservación de especies en peligro de extinción, como el macá tobiano y el pingüino de magallanes (Santa Cruz) y el guacamayo verde (Salta).

YPF presentó los resultados de 2016

YPF presentó los resultados de 2016 con un aumento de los ingresos del 34,6%, del EBITDA del 22,4% y una disminución de la utilidad operativa, antes del deterioro de activos, del 44,1%. Los mismos se encuentran en línea con las previsiones del presupuesto de la compañía para el año pasado en un contexto de crisis de la industria en el nivel mundial.

Los ingresos alcanzaron los 210.000 millones de pesos, lo que representa un 34,6% de aumento. Durante el año pasado, los precios de los principales productos que la compañía comercializa en dólares mostraron resultados negativos: el precio del crudo local cayó un 12,8%; el precio de las naftas, un 16,3%; y el gasoil, un 18,6%.

Los costos mostraron un crecimiento del 48,3% respecto del año anterior, variación que se explica, en



parte, por las depreciaciones de bienes de uso que registraron un aumento del 67,6%, las mayores regalías sobre la producción de petróleo crudo y gas natural (+5.200 millones de pesos) y, por último, el aumento en los precios de biodiesel (+76,3%) y de bioetanol (+45,6%), que impactaron negativamente en el negocio del *downstream*.

Durante 2016, la compañía se focalizó en la eficiencia y la productividad de sus actividades, motivo por el cual logró mantener los costos de extracción (+28,2%) por debajo de la inflación anual.

En este período, el EBITDA (resultados operativos antes de depreciaciones, amortizaciones y perforaciones exploratorias improductivas) alcanzó los 58.200 millones de pesos (+22,4%). La utilidad operativa, antes del cargo por deterioro de activos, alcanzó los 10.700 millones de pesos y la utilidad neta registro un saldo negativo de 5.600 millones de pesos.

Como se recordará, YPF reconoció en el tercer trimestre un cargo por deterioro de activos (propiedades, plantas y equipos) que fue compensado parcialmente por un recupo de 1245 millones de pesos en el cuarto trimestre de 2016. Dicho cargo fue motivado principalmente por una reducción del precio del petróleo comercializado en el mercado interno y menores expectativas en el mediano y largo plazo, dentro de un contexto de precios internacionales deprimidos.

Estos resultados fueron aprobados por el directorio de la compañía y presentados a las bolsas de Buenos Aires y de Nueva York.

Resultados en el *upstream*

La producción total de hidrocarburos de 2016 alcanzó los 577,4 mil barriles promedio diarios. La producción de petróleo alcanzó los 244,7 mil barriles promedio por día (-2%) y la de gas, los 44,6 millones de metros cúbicos al día (+0,9%).

Las reservas probadas (P1) mostraron una disminución del 9,2% con una tasa de reemplazo del 46%. Esta caída se explica por la baja del precio del crudo en el mercado local que funciona como piso para la certificación.

La actividad en materia de producción de hidrocarburos fue muy relevante con más de 49.000 millones de pesos de inversión y la puesta en producción de 642 pozos. Del total, 172 pozos corresponden a la actividad no convencional de la compañía.

Durante 2016, YPF logró importantes progresos tanto en la productividad como en los costos en el no convencional. La apuesta de la compañía es expandir el conocimiento que se tiene sobre Vaca Muerta con el lanzamiento de 10 nuevos pilotos durante 2017.

Resultados en el *downstream*

Los resultados de este segmento de la compañía fueron negativamente impactados por el aumento en los costos producto de la devaluación, que no se pudieron compensar con los mayores precios en sus productos.

Se destaca el crecimiento de la venta de los productos premium de la línea de combustibles de la compañía con un crecimiento del 5,1% en Infinia y un 10,6% en Infinia Diesel.

En materia de inversiones, en este segmento, se finalizó y se puso en producción de la nueva planta de Coque en el Complejo Industrial La Plata (CILP) y avanza la ejecución del *revamping de Topping III*, en Mendoza, cuya puesta en funcionamiento se estima para el segundo trimestre de 2017.



Resultados de gas y energía

Por primera vez, la compañía comenzó a informar los resultados del segmento de gas y energía, que incluye las operaciones de transporte, distribución y comercialización de gas natural, los servicios de regasificación de GNL y de generación de electricidad.

Este segmento presenta una importante potencialidad de crecimiento por su cartera de proyectos que avanzan en sus diferentes etapas conforme lo previsto.

El año pasado, la compañía invirtió 2.100 millones de pesos (+355%) en el desarrollo, entre otros proyectos, de la nueva planta termoeléctrica en Loma Campana y el parque eólico en Manantiales Behr, en Comodoro Rivadavia, que se estima que entrarán en producción en la segunda mitad de 2017.

Encuentro de DOW sobre construcción sustentable

El hotel Sheraton de la provincia de Mendoza fue escenario de una nueva edición del “Encuentro Desempeño y Sustentabilidad en la Industria de la Construcción”, organizado por Dow. Allí, clientes y referentes de la industria debatieron ante 200 personas acerca de las nuevas tecnologías y herramientas tendientes a solucionar el problema del ahorro energético a través del aislamiento térmico.

Gabriel Rodríguez Garrido, Director de Cadena de Valor de Infraestructura y Energía de Dow, fue el encargado de dar inicio a la jornada que reunió a ingenieros, arquitectos y especialistas en la materia. El ejecutivo destacó la importancia de trabajar en conjunto para derribar barreras y transformar los modelos de negocios en la industria de la construcción, resaltando las nuevas tecnologías disponibles para contribuir a este cambio: “En tiempos actuales, donde el tema del ahorro energético está en boca de todos, tenemos la responsabilidad de innovar y acercar herramientas eficientes que contribuyan a hacer un uso responsable de la energía, tanto para cuidar el bolsillo de la gente como a los efectos que su uso excesivo produce en el país y en el mundo”, señaló.

Luego, lo siguió la primera conferencia del día, donde las olimpiadas fueron las protagonistas del debate. Como Compañía Oficial del Movimiento Olímpico y colaboradora activa en el Comité Organizador de los Juegos Olímpicos de la Juventud 2018, Dow se encuentra comprometida en acercar soluciones tendientes a mitigar la huella de carbono. En este sentido, Marcelo Fiszner, Director de Marketing de Poliuretano de la compañía, comentó acerca de los usos y beneficios del poliuretano en la construcción, reforzando la importancia de poner la química al servicio de las soluciones: “La energía más sustentable, es aquella que no se usa. Hoy en día, la construcción sustentable en la Argentina está orientada a grandes obras; y es nuestro desafío empezar a recorrer este camino en el ámbito de las viviendas familiares”, agregó el vocero.

Además de estas temáticas, se abordaron otras relacionadas a edificación sustentable y nuevas tecnologías para el aislamiento térmico, donde grandes empresas como Sipanel, Plaquimet Building, Construtec y Grupo LTN tuvieron la palabra. Más información acerca de esta jornada se puede encontrar en www.aislacionenlaconstruccion.com

Schneider Electric presentó el Barómetro del Planeta

Schneider Electric, especialista global en gestión y automatización de energía, anunció los resultados del Barómetro de Planeta y sociedad 2016, el cual se analiza



a través de 16 indicadores. Por medio de la herramienta, la compañía mide sus compromisos en términos de desarrollo sostenible. En 2016 se superó el objetivo al alcanzar una puntuación total de 8,48 puntos sobre 10.

Al respecto, Gilles Vermot Desroches, Vicepresidente Senior de Sostenibilidad de Schneider Electric, comentó: “De diciembre de 2015 al mismo mes de 2016, el Barómetro de Planeta y Sociedad subió de 6,33 puntos a 8,48 sobre 10. Esto representa un aumento sin precedentes en comparación con los informes anteriores que hemos realizado desde 2005. Este rendimiento se puede leer en cada indicador. Un ejemplo es el pilar de planeta, más del 80% de nuestros productos en I+D fueron diseñados en 2016 con nuestro método Schneider ecoDesign Way. Otra ilustración de las metas obtenidas se evidencia en el pilar de ganancias, más del 90% de nuestras entidades han superado con éxito nuestra evaluación de Ética y Responsabilidad y para finalizar en el pilar de personas, más del 90% de nuestros empleados recibieron capacitación de un día a lo largo del año”.



El ejecutivo de la compañía agregó que para finales de 2016 más de 20 millones de personas en todo el mundo se han beneficiado del acceso a ofertas energéticas de Schneider Electric y por ello las calificaciones internacionales no financieras han vuelto a reconocer el compromiso como una compañía sustentable.

Resultados destacados

Planeta: uno de los indicadores que mide este pilar es el denominado ‘10% de ahorro energético’, en el marco del programa Energy Action de Schneider Electric, se han fijado metas anuales de reducción. En el porcentaje de calificación, el rubro subió de un 5,9% a un 7,1%, lo cual es muy importante en la búsqueda de la eficiencia. Uno de los indicadores con uno de los porcentajes de cumplimiento mejor posicionados es el de ‘100% de los productos en I + D diseñados con Schneider ecoDesign Way™’, acá se mide la mejora de la huella medioambiental de los productos del grupo durante todo su ciclo de vida. Los buenos resultados se deben a que los equipos del área de diseño de la compañía trabajan en nuevos productos y soluciones bajo el enfoque sistemático de eco-diseño llamado ecoDesign Way.

Rentabilidad: una de las prioridades en el nivel mundial es minimizar la huella de CO₂, en este sentido

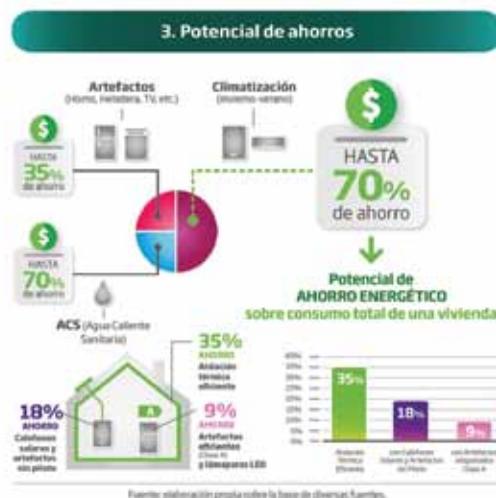


Schneider Electric mide su indicador ‘100% de nuevos proyectos de grandes clientes con cuantificación de impacto de CO₂’ el cual tiene un cumplimiento de 16%. El objetivo del programa es contar con una herramienta fiable para calcular y comunicar la huella y emisiones de CO₂ evitadas en los escenarios de referencia e identificar situaciones en las que el impacto se convierte en una ventaja comercial.

Personas: con la meta de contribuir a la equidad social se trabaja en el indicador ‘Un día de formación para cada empleado cada año’, en donde se sobrepasó el porcentaje planeado, el cual era de un 85% y se cerró con un 92%. Este porcentaje de trabajadores recibieron al menos un día de formación durante el año, equivalente a siete horas en total. Hay un fuerte enfoque en el aprendizaje desde la empresa planteada entre 2015-2020 por medio de su programa *Step Up*, el cual fomenta una cultura donde los empleados toman la iniciativa de aprender, aumentar sus habilidades y conducir su desarrollo profesional.

La aislación térmica en el hogar, para reducir costos

La aislación térmica eficiente de las viviendas y oficinas tiene grandes ventajas. La primera es que reduce notablemente la energía que se consume en climatización, pues permite ahorros en las facturas de luz y de gas de hasta un 70% con respecto a construcciones que no están aisladas térmicamente. Así lo confirma



ANDIMA, la Asociación Nacional que nuclea a los industriales de Materiales Aislantes.

Para que esto sea posible, explica el arquitecto Federico García Zúñiga, profesor en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata, las viviendas deben ser aisladas en techos, paredes y pisos. Actualmente, en la Argentina, los dos materiales aislantes térmicos considerados eficientes son el EPS (Poliestireno Expandido) y la lana de vidrio.

Otra ventaja importante de la aislación térmica eficiente es que cuida tu salud. Contar con una correcta aislación térmica eficiente permite reducir la aparición de humedad y hongos en las paredes y techos. Esto evita notablemente el desarrollo de alergias y cuida tus pertenencias como la ropa y los libros. Elimina, además, un porcentaje importante de la contaminación acústica proveniente del exterior.

Otro punto que se debe considerar es que el ahorro en el consumo que permite la aislación térmica eficiente colabora con la reducción de la huella de carbono, pues se generan menores emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, que son las principales responsables del cambio climático. Según la Agencia Internacional de Energía (IEA) se estima que los edificios residenciales, comerciales y públicos consumen entre el 30% y el 40% de la energía utilizada en el nivel mundial

Aumentar el confort, gastar menos y mejorar las condiciones sanitarias hace que la aislación térmica eficiente sea un concepto fundamental cuando se diseña o reforma una casa u oficina. En la Argentina el tema está poco difundido, pese a que existen en algunas provincias leyes de incorporación de materiales aislantes térmicos eficientes para nuevas construcciones. Es el caso de la ley 13.059 de acondicionamiento higrotérmico de la Provincia de Buenos Aires, reglamentada en 2010 mediante el Decreto 1030; o en el nivel municipal, la Ordenanza 8.757 de 2011 de la ciudad de Rosario y la ley 4458 de 2013 de la Ciudad de Buenos Aires. Salvo excepciones, aún no se ha logrado que estas normas sean aplicadas.

El aislamiento térmico eficiente asegura que en épocas de frío, el calor quede dentro del hogar y en períodos de altas temperaturas, el calor no ingrese. De este modo, se logra una mayor eficiencia y un considerable ahorro energético, significativamente superior a la que puede aportar cualquier otra tecnología existente en el mercado, según expuso el arquitecto.

YPF adquirió una participación en Aguada de la Arena

YPF anunció la adquisición del 20% de la participación que PetroUruguay, filial de la petrolera uruguaya ANCAP, que posee en el área Aguada de la Arena, en la provincia de Neuquén, por una suma de 18 millones de dólares. De esta manera, la compañía pasa a tener el 100% de la participación en dicho bloque.

La operación se concretó a partir de un acuerdo firmado hoy en la ciudad de Montevideo, Uruguay, entre el presidente de YPF, Miguel Ángel Gutiérrez, y la pre-



sidente de ANCAP, Marta Jara Otero.

Durante el encuentro, Gutiérrez destacó: “La adquisición de Aguada de la Arena forma parte de la optimización del portfolio de activos de la compañía, uno de los principales aspectos que venimos delineando en nuestro plan de desarrollo. Se trata de un activo de naturaleza gasífera y con potencial para aportar recursos energéticos a la Argentina”.

El 14 de octubre del año pasado, YPF concretó la adquisición del 80% de la participación de Petrobras Argentina en el área Aguada de la Arena. El 7 de febrero de 2017, luego de haber sido notificada por PetroUruguay de la intención de vender su participación en el área, YPF ejerció el derecho de preferencia otorgado en virtud del Contrato de Unión Transitoria de Empresas, para la adquisición del 20% de la participación en el área.

A partir de este acuerdo, YPF ratifica su compromiso de contribuir al desarrollo del potencial energético del país.

Emergencias y Pampa Energía, en un proyecto común

La División de Operaciones Complejas de Emergencias, empresa dedicada a emergencias médicas prehospitalarias de la Argentina, ganó la licitación de cuatro yacimientos petroleros de Pampa Energía, que abastece las centrales térmicas de Petrobras Argentina y participa en la producción y exploración de hidrocarburos en la Argentina.

Durante los próximos tres años, la división de Operaciones Complejas de la compañía Emergencias comenzó a prestar sus servicios de emergencias médicas para atender a los trabajadores que se encuentran dentro de cuatro yacimientos petroleros de la empresa Pampa Energía, “Medanito La Pampa”, “Medanito Río Negro” y “Sierra Chata y Mangrullo” en Neuquén.

El servicio que brinda Emergencias, en este caso, es una UTIM 4x4 creada y equipada para poder acceder a lugares de difícil acceso, y un tráiler habitacional para los trabajadores, destacando que la empresa absorbió a 16 empleados de la empresa saliente.

Operaciones Complejas es una división de Emergencias especializada en ofrecer servicios a clientes que operan en lugares inhóspitos, o cuyas actividades tienen un grado de complejidad que necesitan soluciones a medida.

Wärtsilä trae motores de alta eficiencia para dos centrales eléctricas



Llegaron al país los primeros 10 motores Wärtsilä 18V50DF. Es el debut para este tipo de tecnología “multicombustible” que se vinculará al Sistema Argentino de Interconexión (SADI), cuyas principales características son la alta eficiencia a ciclo abierto (superior al 46%) y su flexibilidad para operar con distintos combustibles, entre otros aspectos.

Estas unidades de aproximadamente 300 toneladas están vinculadas a la construcción de dos plantas de energía que se ubicarán en Buenos Aires y Santa Fe y surgen como resultado de una licitación lanzada por el Ministerio de Energía –resolución 21/2016– para ampliar la potencia instalada en el parque termoeléctrico. Wärtsilä suministrará más de 500 megawatt (MW) con sus equipos utilizando mayormente la tecnología multicombustible en el marco de esa iniciativa oficial.

Los motores 18V50DF, que cuentan con una potencia nominal de 16,638 MW cada uno, son capaces de operar con distintos combustibles. En el caso de estos proyectos en particular estarán abocados a la producción de energía eléctrica mediante el consumo de gas natural y fueloil.

“Es la primera vez que este tipo de motores se utilizan en la Argentina. Son equipos de baja velocidad y alta eficiencia, con gran capacidad para entraren servicio en pocos minutos brindando excelentes condiciones para afrontar los picos de demanda sin incrementar los costos variables, ya que los arranques y paradas no afectan los períodos de mantenimiento. Estamos orgullosos de poder contribuir a la expansión del sector eléctrico en la Argentina”, destacó Gastón Giani, Gerente de Desarrollo de Negocios para el Cono Sur de Wärtsilä. “A su vez, esta tecnología permite a los operadores de las centrales cambiar de combustible mediante un simple doble clic en la computadora desde la sala de control durante la operación sin necesidad de detener los motores, ni de reemplazar componentes”, concluyó el directivo.

GTM acuerda adquirir quantiQ en Brasil

GTM Holdings, S.A. (GTM), uno de los principales distribuidores de químicos en América latina, anunció en San Pablo un acuerdo para la adquisición de quantiQ, el mayor distribuidor de químicos de Brasil, propiedad de Braskem, la compañía petroquímica más grande en las Américas.

Advent International, uno de los inversores de capital privado más grandes y experimentados globalmente, es el accionista controlante de GTM y está apoyando la adquisición de quantiQ por parte de GTM aportando financiamiento de capital. El valor de la transacción es de R\$550 millones, de los cuales R\$450 millones serán pagados al finalizar la venta y el resto dentro de los siguientes doce meses. La transacción está sujeta a ciertas condiciones, incluyendo la aprobación del Consejo Administrativo de Defensa Económica de Brasil (CADE, por sus siglas en portugués).

Fundada en 1991 como Ipiranga Química, quantiQ tiene una larga trayectoria en la industria química y es una marca muy bien reconocida. La compañía cuenta con un portafolio de productos industriales, y especialidades químicas, ofreciendo servicios de valor agregado para sus más de 5.000 clientes en 50 mercados diferentes, incluyendo cosméticos, productos farmacéuticos y nutrición. quantiQ es el principal distribuidor de productos químicos en Brasil, en un mercado fragmentado donde los diez actores principales tienen una cuota de mercado del 30%.

Esta adquisición transformativa sigue a las compras anteriores que GTM hizo de High Chem Specialties en México y Peruquímicos S.A.C. en Perú. Esta operación añade líneas de negocios diferenciadas y totalmente desarrolladas a los negocios actuales de distribución de químicos de GTM en Brasil, creando la mayor plataforma independiente de distribución de productos químicos en América latina. La transacción consolidará aún más el liderazgo de GTM en todo el mercado latinoamericano.

Juntos, GTM y quantiQ operarán cerca de 62 centros de distribución en 12 países en América latina. Como resultado, esta ampliación de negocio podrá ofrecer a los clientes y proveedores una red de distribución de productos químicos más amplia y extensa, así como un rango de productos más innovadores, basados en tecnologías de vanguardia.

“La adquisición de quantiQ cimienta nuestra presencia en Brasil y respalda nuestra estrategia de crecimiento de crear una plataforma regional líder que ofrezca un robusto conjunto de servicios a nuestros clientes en toda América latina”, dijo Michael van Marle, Presidente y CEO de GTM. “Juntos, GTM y quantiQ brindaremos a nuestros clientes y proveedores una nueva opción que integra las experiencias y la calidad de ambas empresas en una cartera de productos, tecnologías, servicios y soluciones innovadoras únicas para América latina”.

“Estamos muy satisfechos de unirnos a la familia GTM y creemos que la combinación de quantiQ y GTM permitirá a ambas compañías continuar creciendo y prosperando”, declaró Armando Bighetti, CEO de quantiQ. “Esperamos continuar con la edificación de nuestro negocio de distribución de productos químicos”.

cos, colaborando con el equipo de liderazgo de GTM para construir una plataforma de productos químicos de clase mundial. Unirse con GTM es un paso importante en la larga y exitosa historia de quantiQ y estamos entusiasmados de que esta transacción creará muchas oportunidades para el desarrollo de negocios en Brasil y el resto de América latina”.

“Las adquisiciones son una parte importante de la estrategia de crecimiento de GTM y estamos encantados de apoyar a la compañía a medida que continúa ampliando su oferta de productos y servicios a los clientes y crece inorgánicamente”, indicó Mauricio Salgar, Managing Director de Advent en Bogotá. “Al asociarse con GTM, el legado creado por quantiQ durante los últimos 25 años en Brasil continuará creciendo”.

“La adquisición de quantiQ crea la mayor plataforma química independiente en América latina, permitiendo a la compañía combinada concentrarse en el éxito de sus clientes, desarrollar oportunidades de crecimiento para sus proveedores y empleados e implementar planes de expansión en otras regiones y subsectores industriales”, dijo Patrice Etlin, Managing Partner de Advent en São Paulo.

GTM Brasil y quantiQ empezarán a integrar sus operaciones después del cierre de esta transacción. Durante este período de transición cada empresa continuará funcionando bajo su nombre legal actual y sus operaciones de negocio habituales.

FIMAQH, con planes para 2018

Reunidos en el acto de adjudicación de espacios para FIMAQH 2018, empresarios del sector de máquinas herramientas, bienes de capital y tecnologías para la producción, mostraron su expectativa sobre el esperado crecimiento de la actividad económica e industrial, y en ese marco confirmaron su participación en el mega evento ferial que se llevará a cabo a mediados del año próximo.

A más de un año para la realización de FIMAQH, que contará con más 20.000 m² de superficie, ya se adjudicó el 70% de los espacios destinados para stand de expositores, mientras que decenas de empresas están en lista de espera para lograr una ubicación en el predio.

Según los organizadores de FIMAQH esta edición es una de las que tiene más demanda. Si bien las ediciones anteriores fueron exitosas, en esta se puede ver especialmente la expectativa de crecimiento que albergan los empresarios del sector, según afirman los voceros de la organización.

“Si bien aún no se ha visto expresada la reactivación en volumen de venta, confiamos que se está trabajando en el camino para lograrlo, y la gran demanda de espacios para participar de una feria industrial de las características de FIMAQH así lo demuestran”, expresó Jorge Göttert, presidente de CARMAHE, una de las instituciones organizadores junto con AAFMHA y CAFHIM.

Por su parte Daniel Delle Grazzie, presidente de AAFMHA, sostuvo que “estamos ante un proceso de muchos cambios, que sin duda incluyen contratiempos,



pero muchos empresarios están apostando al crecimiento y eso se confirma en la seguridad con que las empresas han contratado sus espacios en FIMAQH, incluso con superficies superiores a las de la edición anterior”.

FIMAQH volverá a realizarse en Tecnópolis, el único predio en el país que permite albergar en el país un evento de estas características y de alcance internacional. En la edición 2016 de FIMAQH se concretaron negocios por 100 millones de dólares, y en esta nueva edición a realizarse del 15 al 19 de mayo de 2018, se espera superar esos volúmenes.



Profesionales & consultores



Incluidos en el Registro de Auditores y Certificadores de Reservas de la Secretaría de Energía

Alejandro Gagliano
agagliano@gigaconsulting.com.ar

Edificio Concord Pilar
Sección Zafiro Of.101-104
Panamericana Km.49,5 (1629)
Pilar - Bs. As. - Argentina
Tel: +54 (230) 4300191/192
www.gigaconsulting.com.ar

Hugo Giampaoli
hgiampaoli@gigaconsulting.com.ar



Desarrollo de Yacimientos
Exploración
Análisis de Economía y Riesgos
Auditoría y Certificación de P&R

(54-11) 5352-7777 www.vyp.com.ar

El mejor asesoramiento para sus proyectos y negocios de E&P

Promocione sus actividades en *Petrotecnia*

Los profesionales o consultores interesados podrán contratar un módulo y poner allí sus datos y servicios ofrecidos.

Informes: Tel.: (54-11) 5277-4274 Fax: (54-11) 4393-5494
E-mail: publicidad@petrotecnia.com.ar

NOVEDADES DEL IAPG

Nueva sede para Certificación de Oficios en Seccional Comahue



El 13 de marzo último, ante las autoridades municipales de Cutral-có y las autoridades académicas, con el auspicio del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas (IAPG); de la UTN-Facultad Regional de Neuquén y del Comité Asesor Regional Interempresario (CARI), se inauguró en Cutral-Có el nuevo Centro de Certificación y Capacitación en Oficios.

El Centro, que fue construido en un terreno otorgado en comodato por la Municipalidad de Cutral-Có, está equipado con maquinarias y herramientas para trabajos prácticos otorgadas por el IAPG, con quien la UTN-FRN trabaja desde 2008, en conjunto con el Comité Asesor Regional Interempresario (CARI) en el desarrollo de nuevos oficios para la industria del petróleo y del gas.

Este nuevo edificio es el anhelo de muchos años, ya que las certificaciones se desarrollaban en distintos galpones que alquilaba la universidad, con las consiguientes limitaciones para poder crecer en nuevos oficios.



La nueva sede tiene una superficie de 1.200 m², entre cuatro aulas para el desarrollo teórico de las capacitaciones, oficinas destinadas al personal y 700 m² para talleres. Allí se desarrollará la certificación de los oficios implementados.

El acto inaugural contó con la presencia del Intendente de la ciudad de Cutral-Có, José Río seco; el diputado parlamentario, Prof. Ramón Río seco; el Decano de la UTN-FRN, Pablo Liscovsky; el vicedecano, Dr. Ing. Luis Felipe Sapag; el Subsecretario de Vinculación, Ing. Walter Mardones; el Gerente del IAPG Seccional Comahue, Carlos Postai; el vicepresidente del IAPG Seccional Comahue, José Casanovas; el responsable de la Subcomisión de Calidad del IAPG Seccional Comahue, Alejandro Iparraguirre; como así también otros funcionarios mu-



nicipales, representantes de la UTN, de empresas de la Industria y medios de comunicación de la región.

Tras el tradicional corte de cinta, las autoridades presentes destacaron la importancia que tiene para la región este centro de estudios especializados.

El programa de "Certificación de Oficios" tiende a asegurar los conocimientos de las personas encargadas de desarrollar las actividades relacionadas con el mantenimiento y operación de plantas y campos petroleros.



La primera etapa del programa, realizada en 2008, comprendió una prueba piloto de certificación de 50 oficiales de la especialidad eléctrica. Para el diseño e implementación del citado programa se contó con la participación de representantes de empresas integrantes del IAPG, especialistas de las compañías de los diferentes rubros a certificar y profesores de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), quienes definieron la matriz del conocimiento del personal operativo, el diseño de exámenes teórico-práctico, la instalación de talleres, la logística y los recursos económicos de soporte.

La UTN fue la encargada de certificar los conocimientos, previa evaluación individual, y posterior entrega de los respectivos certificados, en el marco del convenio firmado con el Instituto Argentino del Petróleo y del Gas. La misma tiene una validez de tres años, que debe ser revalidada.

Así, se fueron incorporando los siguientes oficios:

Implementados

- Electricista de yacimientos
- Mecánico de yacimientos
- Instrumentista de yacimientos
- Montador líneas eléctricas
- Montador / Mantenimiento de equipo individual de bombeo
- Electricista de equipo de torre
- Operador de plantas de gas

En ejecución durante 2017: Producción de gas y petróleo

El objetivo de este programa es mejorar la calidad del servicio de mantenimiento y operación mediante la implementación de un Programa de Certificación de Oficios para la industria de Oil & Gas en la Región del Comahue. Algunos beneficios son:

- Contribuye a garantizar un ambiente de trabajo más seguro.
- Permite al trabajador obtener el reconocimiento de su competencia.
- Refuerza la importancia de la formación continua como requisito para un mejor desempeño.
- Mejora la calidad de los servicios, por consiguiendo la eficiencia y la rentabilidad de las empresas.
- Certifica las competencias requeridas para desempeñar sus funciones.
- Mejora su empleabilidad.
- Nivel y eleva el conocimiento.

Se espera que con la nueva sede se facilite la superación académica de los profesionales de la zona.

La Seccional La Plata se incorpora al Consejo Consultivo portuario

El IAPG Seccional La Plata se incorporó al Consejo Consultivo del Puerto La Plata, que reúne a los sectores más relevantes del quehacer de La Plata, Berisso y Ensenada en apoyo del desarrollo portuario y de la región.

De la reunión del Consejo Consultivo, realizada a fines de 2016, participaron por el IAPG Seccional La Plata su presidente, el Ing. Gustavo Chaab y el Gerente Ejecutivo de Logística de YPF, el Ing. Alejandro Zubizarreta.

Durante la reunión, expusieron el presidente del Consorcio de Gestión del Puerto La Plata, Ing. José María Dodds y el subsecretario de Actividades Portuarias de la Provincia de Buenos Aires, contralmirante Marcel Lobosco, quienes destacaron el compromiso de las autoridades para disponer de una infraestructura portuaria que impulse el desarrollo regional.

Teniendo en cuenta el rol estratégico que tiene el Puerto La Plata para la actividad petrolera en la región, el IAPG-La Plata se comprometió a trabajar en el Consejo con iniciativas que apunten al aumento de la competitividad del servicio portuario y a la optimización de los costos logísticos.

Se presentó el Informe sobre RSE de la industria

El 15 de marzo último la Comisión de Relaciones Institucionales y la Subcomisión de Sustentabilidad del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas (IAPG) presentaron el último Informe sobre RSE en la Industria del petróleo y del gas.





Con el título “La Responsabilidad Social de la industria del Petróleo y del Gas. Informe año 2016”, la presentación estuvo a cargo de la Dra. Beatriz Balián, autora e investigadora principal del informe, y contó con la presencia en el panel de Alberto Willi (IAE) y de Flavio Fuertes (PNUD-Red Argentina del Pacto Global).

El IAPG, que realiza periódicamente este informe, presentó el séptimo de los últimos 15 años, que ofrece en sus páginas el trabajo de cada una de las empresas del sector. El informe es una herramienta que permite, a través del análisis, la reflexión en busca de la mejora continua.

Cursos de actualización 2017

JUNIO

PROTECCIÓN ANTICORROSIVA 1

Instructores: *S. Río, C. Delosso, D. Molina y G. Mancuso*
Fecha: 13 al 16 de junio. Lugar: Buenos Aires

JULIO

TALLER DE ANÁLISIS NODAL

Instructor: *P. Subotovsky*
Fecha: 4 al 7 de julio. Lugar: Buenos Aires

EVALUACIÓN DE PROYECTOS 1. TEORÍA GENERAL

Instructor: *J. Rosbaco*
Fecha: 10 al 14 de julio. Lugar: Buenos Aires

PROTECCIÓN ANTICORROSIVA 2

Instructores: *E. Carzoglio, C. Flores y J. Ronchetti*
Fecha: 11 al 14 de julio. Lugar: Buenos Aires

AGOSTO

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INDUSTRIAS DE PROCESO

Instructores: *A. Heins y S. Toccaceli*
Fecha: 3 y 4 de agosto. Lugar: Buenos Aires

ESTACIONES DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN DE GAS NATURAL

Instructor: *D. Brudnick*
Fecha: 9 al 11 de agosto. Lugar: Buenos Aires

INGENIERÍA DE RESERVORIOS DE PETRÓLEO Y DE GAS

Instructor: *J. Rosbaco*
Fecha: 14 al 18 de agosto. Lugar: Buenos Aires

SEMINARIO DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y DEL GAS Y SU TERMINOLOGÍA. EN INGLÉS

Instructor: *F. D' Andrea*
Fecha: 16 al 23 de agosto. Lugar: Buenos Aires

DECISIONES DE CALIDAD EN PETRÓLEO. DESAFÍOS Y MEJORES PRÁCTICAS

Instructor: *G. Francese*
Fecha: 22 de agosto. Lugar: Buenos Aires

CONTROL DE CALIDAD DE PERFILES Y RESULTADOS DE LABORATORIO

Instructor: *A. Khatchikian*
Fecha: 23 al 25 de agosto. Lugar: Buenos Aires

VÁLVULAS INDUSTRIALES

Instructor: *D. Brudnick*
Fecha: 28 y 29 de agosto. Lugar: Buenos Aires

MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL

Instructor: *D. Brudnick*
Fecha: 28 de agosto al 1 de septiembre. Lugar: Neuquén

GESTIÓN DE INTEGRIDAD DE DUCTOS

Instructores: *E. Carzoglio, S. Río y V. Domínguez*
Fecha: 30 de agosto al 1 de septiembre. Lugar: Buenos Aires

SEPTIEMBRE

NACE – PROGRAMA DE INSPECTOR DE RECUBRIMIENTOS - Nivel 1

Instructores: *J. A. Padilla López-Méndez y A. Expósito Fernández*
Fecha: 4 al 9 de septiembre. Lugar: Buenos Aires

NACE – PROGRAMA DE INSPECTOR DE RECUBRIMIENTOS - Nivel 2

Instructores: *J. A. Padilla López-Méndez y A. Expósito Fernández*
Fecha: 11 al 16 de septiembre. Lugar: Buenos Aires

MEDICIÓN, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL EN LA INDUSTRIA DEL GAS

Instructor: *D. Brudnick*
Fecha: 13 al 15 de septiembre. Lugar: Buenos Aires

EVALUACIÓN DE PROYECTOS 2. RIESGO, ACELERACIÓN Y MANTENIMIENTO -REEMPLAZO

Instructor: *J. Rosbaco*
Fecha: 19 al 22 de septiembre. Lugar: Buenos Aires

INTRODUCCIÓN A LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO

Instructores: *L. Stinco, A. Liendo, M. Chimienti, P. Subotovsky y A. Heins*
Fecha: 25 al 29 de septiembre. Lugar: Buenos Aires

DECISIONES EN PROYECTOS DE O&G. HERRAMIENTAS DE APLICACIÓN

Instructor: *G. Francese*
Fecha: 25 de septiembre. Lugar: Buenos Aires

CALIDAD DE GASES NATURALES (Incluye GNL)

Instructor: *F. Nogueira*
Fecha: 26 al 27 de septiembre. Lugar: Buenos Aires

EVALUACIÓN DE PLANES Y PREPARATIVOS PARA LA RESPUESTA A DERRAMES DE HIDROCARBUROS

Instructor: *D. Miranda Rodríguez*
Fecha: 28 y 29 de septiembre. Lugar: Buenos Aires

NOVEDADES DESDE HOUSTON



De Neuquén a Houston, en búsqueda de socios

En el marco del ciclo de foros que organiza periódicamente el IAPG Houston, con miras a conectar la industria hidrocarburífera argentina con el acontecer de la capital mundial de la Energía, el 12 de abril próximo se realizará un foro cuyos oradores serán el Gobernador de la provincia del Neuquén, Omar Gutiérrez; el Ministro de Energía



neuquino, Alejandro Nicola; y el CEO de la compañía provincial Gas y Petróleo del Neuquén, Alberto Saggese. Con ellos estará también Eduardo Achem, a cargo de Exploración y Geociencias en la empresa provincial.

Entre todos expondrán el pre-road para seis bloques neuquinos que buscarán socios en el corto plazo.

El encuentro, con un formato de desayuno de negocios (en el horario de 8 a 11), tendrá lugar en el Double Tree Houston Greenway Plaza Hotel, como es tradicional en los foros del IAPG Houston.

Más información: www.iapghouston.org



Nuevo encuentro de los jóvenes profesionales en Texas

En el marco del IAPG Houston Young Professionals 3^{er} Career Development Forum, los jóvenes profesionales que se encuentran trabajando en la ciudad texana se darán cita el 12 de mayo próximo, de 11.30 a 13 h, en el Marriot Courtyard.

El grupo, de más de 30 jóvenes de la industria de los hidrocarburos que reúne el IAPG Houston, se reúne periódicamente con la misión de proveer un foro específico y multidisciplinario para profesionales de hasta 35 años, focalizados en la Argentina o relacionados con el mercado, para facilitar futuros desarrollos a través de networking educacional, programas técnicos y de negocios.

Para los interesados en sumarse al grupo, más información: www.iapghouston.org



International Bonded Couriers

- Courier Internacional y Nacional
- Cargas Aéreas y Marítimas
- Servicio Puerta a Puerta

Bartolome Mitre 1612 PB c.p. (1037) - Capital Federal
Tel. 0810-3450-422 desde el ext. +54 (11) 4381-7575
E-mail: ventas@ibcinc.com.ar - web: ibcinc.com.ar

ÍNDICE DE ANUNCIANTES



3M	39	NOV TUBOSCOPE	27
AESA	19	PAN AMERICAN ENERGY	Retiro de tapa
COMPAÑÍA MEGA	23	PECOM SERVICIOS ENERGIA	45
DEL PLATA INGENIERIA	33	PETROCONSULT	63
ENSI	31	PROCESS TECHNOLOGIES	49
FORO IAPG	71	SAFETY NOVA	55
FUNCIONAL	25	SCHLUMBERGER ARGENTINA	13
GABINO LOCKWOOD	35	SERVIUR	12
GIGA	109	SPE	73
HALLIBURTON ARGENTINA	15	TECPETROL	53
IBC- INTERNATIONAL BONDED COURIERS	113	TOTAL	9
IBP	65	V Y P	109
INDUSTRIAS QUILMES	43	WPC	57
INTELLIGENTIA	18	YPF	9
IPH	59		
KAMET	Contratapa		
LACPEC-APEL	61	Suplemento Estadístico	
MARSHALL MOFFAT	21	INDUSTRIAS EPTA	CONTRATAPA
MARTELLI ABOGADOS	48	INGENIERIA SIMA	RETIRO DE TAPA
METALURGICA SIAM	14	VARSTAT	RETIRO DE CONTRATAPA

ESTAMOS PARA QUE NOS ENCUENTRES

EL INSTITUTO ARGENTINO DEL PETRÓLEO Y DEL GAS
AHORA EN TUS REDES SOCIALES



facebook.com/IAPGinfo
facebook.com/IAPGEduca



@IAPG_info
@IAPGEduca

You Tube

youtube.com/IAPGinfo



Linked in

INSTITUTO ARGENTINO
DEL PETRÓLEO Y DEL GAS

www.iapg.org.ar

*Hay una nueva forma de experimentar
la seguridad en el calzado.*

KAMET GRAVITY®



**ZAPATO DAGER
GRV 301**



**ZAPATO DAGER
GRV 300**

▲ Punteras de Aluminio ▲ Suela Deportiva ▲ Diseños de Vanguardia

SUPERA TUS LIMITES



KAMET®
CALZADO de SEGURIDAD

Seguinos en   

www.kamet.com.ar

SECURITY SUPPLY S.A.
Cnel. Sayos 2753 (B1822CFI)
Valentín Alsina
Buenos Aires / Argentina
(+5411) 4208-1697
info@kamet.com.ar