



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Estudios de Posgrado



Universidad de Buenos Aires Facultad de Ciencias Económicas Escuela de Estudios de Posgrado

MAESTRÍA EN GESTIÓN ESTRATÉGICA DE SISTEMAS Y TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN

TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA

Impacto de la convergencia tecnológica sobre el
Upstream petrolero

AUTOR: ING. GUSTAVO ARIEL BARSOLA

DIRECTOR: PROF. DR. ALBERTO TERLATO

MARZO 2020



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Estudios de Posgrado



“Todo sucede por una razón.”

Reflexión del autor.

“Somos los arquitectos de nuestro propio destino.”

Albert Einstein



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Estudios de Posgrado



Agradecimientos

Agradezco a todos aquellos que me han motivo a continuar y no bajar los brazos, especialmente mi familia y seres queridos, compañeros de trabajo y profesores de las materias. Gracias por las palabras de aliento, la transferencia de conocimiento, las conversaciones enriquecedoras, el dialogo abierto y el compromiso constante. Quiero también expresar un gran agradecimiento a mi tutor Alberto Terlato por haber sido mi guía, y haberme motivado a continuar avanzando en el desarrollo del presente trabajo, y también a Virginia Chaina, coordinador de la Maestría, por haber estado constantemente disponible ante cualquier duda.



Resumen

La llegada de la cuarta revolución industrial, también llamada industria 4.0, abrió la puerta a la integración tecnológica y organizacional entre los sistemas de información y los sistemas industriales u operación, de ahora en más IT y OT respectivamente, impulsando un marco propenso para el desarrollo de una alineación conjunta, estratégica y beneficiosa. Inicialmente IT y OT tuvieron puntos de partida muy diferentes, OT aprovisionando instrumentos para la continuidad de las operaciones industriales e IT automatizando los procesos de la actividad humana. El presente trabajo focaliza la magnitud del impacto de la integración entre IT y OT sobre el negocio del petróleo, específicamente sobre el área de exploración y producción, también llamado *Upstream*. El acompañamiento tecnológico en dicha industria será vital y necesario para hacer tangibles operaciones concernientes al descubrimiento y explotación de hidrocarburos fósiles para los próximos años. La agenda de la convergencia se basa en uso eficiente de los recursos, contextos unificados sin solapamiento ni duplicidad de tecnologías, alta competitividad, reducción de los costos, agilización de procesos, toma de decisiones mediante datos en tiempo real, digitalización, formas de trabajo más seguras, gestión de nuevos conocimientos, trabajo colaborativo, integración y sinergia dentro de las organizaciones. Para su desarrollo, esta investigación ha recorrido un variado marco teórico, como metodología de campo, adoptando un estudio de tipo cualitativo, exploratorio y descriptivo. Se buscó, a partir de entrevistas a principales referentes de la industria del *Upstream*, conocer el contexto actual, las problemáticas y tendencias. Se trabajó en dar visibilidad del impacto de la integración IT / OT sobre el terreno de la exploración y producción, de cara a las oportunidades en Argentina de convertir sus recursos en reservas en el futuro mediano, apalancado mediante tecnología como vehículo facilitador para materializarlo. Desde el plano de las organizaciones hidrocarburíferas, se consideró incluir la adaptación y gestión del cambio necesaria para implementar este nuevo escenario tecnológico.

Palabras clave: convergencia, tecnología, hidrocarburos, operación, información, organización, cambio, integración, *upstream*, petróleo, gas.



Índice

Agradecimientos	3
Resumen	4
Introducción.....	8
Planteamiento del tema.....	12
Objetivos.....	13
Hipótesis	14
Metodología.....	14
CAPITULO I – LA INDUSTRIA DEL PETROLEO	16
1.1 Introducción	16
1.2 Marco Geológico.....	17
1.3 El Sistema Petrolero	19
1.4 Exploración y producción	21
1.5 Etapas de un pozo petrolero	29
Resumen del Capítulo:	30
CAPITULO II – PERSPECTIVA GLOBAL	33
2.1 Introducción	33
2.2 Marco político / económico.....	34
2.3 Energías emergentes.....	38
2.4 Situación Argentina.....	40
2.5 Tendencia Tecnológica en la industria.....	44
Resumen Capítulo II:	46
CAPITULO III – ANALISIS SITUACIONAL	48
3.1 Introducción	48
3.2 Nivel Macro.....	49
3.3 Nivel Mezzo	58
3.4 Nivel Micro	62
Resumen Capítulo III	71
CAPITULO IV – IMPACTO DE LA CONVERGENCIA	73
4.1 Introducción	73



4.2 Alineación estratégica IT/OT	76
4.3 Ventajas	79
4.4 Desventajas.....	81
4.5 Ciberseguridad	82
4.6 Decisiones basadas en datos.....	86
Resumen Capítulo IV	89
CAPITULO V – DESPLIEGUES E IMPLEMENTACIONES	91
5.1 Introducción	91
5.2 Mantenimiento predictivo	94
5.3 Seguimiento trabajadores y contratistas en campo	96
5.4 Sísmica	98
5.5 Recolección e integración de datos	99
5.6 Prevención de riesgos laborales	101
5.7 Otros casos de uso relevantes.....	104
Resumen Capítulo V	107
CAPITULO VI – HACIA UN NUEVO MODELO.....	108
6.1 Introducción	108
6.2 Torre de Exploración.....	109
6.3 Torre Equipo de proyecto.....	111
6.4 Torre Perforación	113
6.5 Torre Producción.....	115
6.6 Roadmap de Implementación.....	117
Resumen Capítulo VI.....	118
CAPITULO VII – CAMBIO ORGANIZACIONAL.....	120
7.1 Introducción	120
7.2 El cambio conceptual	121
7.3 El cambio tecnológico.....	125
7.4 Adopción de nuevos escenarios	128
7.5 Emergentes.....	130
Resumen Capítulo VII.....	133



CAPITULO VIII – LABOR DE CAMPO	135
8.1 Presentación	135
8.2 Relevamiento Parte I - Marco situacional de la industria.	136
8.3 Relevamiento Parte II - Adopción e integración tecnológica.	140
8.4 Relevamiento Parte III - Impacto organizacional.	143
8.5 Principales Indicadores.	149
Resumen Capitulo VIII	150
CAPITULO IX – CONFRONTACION LABOR DE CAMPO	153
9.1 Presentación	153
9.2 Parte I – Marco Situacional del Upstream – Capítulos I, II y III.	153
9.3 Parte II – Adopción e Integración Tecnológica – Capítulos IV y V.	157
9.4 Parte III – Impacto Organizacional frente al cambio – Capítulos VI y VII.	162
Resumen Capitulo IX	168
Conclusiones Generales.....	170
Referencias bibliográficas y bibliografía.....	173
Anexo I – Estilos de Liderazgos de Goleman	184
Anexo II – Gobiernos de datos – Tabla de Beneficios	187
Anexo III – Entrevistas.....	188



Introducción

A futuro, la búsqueda de zonas hidrocarburíferas potencialmente atractivas tendrán mayor complejidad en su hallazgo y explotación, con escenarios más propensos a yacimientos no convencionales. Compañías petroleras con foco en el *Upstream*, transitarán el desafío de afrontar problemáticas poco conocidas en el desarrollo de campo de sus operaciones, requiriendo transformar y adaptar sus esquemas tradicionales a escenarios digitales que sostengan y aceleren sus procesos, les otorguen productividad y competitividad en el futuro mediato. Para el entendimiento de la complejidad de la industria, el presente trabajo abarca desde los orígenes del hidrocarburo, los tipos de yacimientos existentes, la explotación y sus vicisitudes. El trabajo continuo con el análisis del actual panorama mundial establecido, las tendencias a futuro en cuanto al crecimiento poblacional, demanda y sustento energético. A nivel nacional, se focalizó la situación argentina y su potencial con reservas probadas en el No Convencional, las posibilidades de autonomía energética, la necesidad de nuevas infraestructuras y competencias para soportar la disrupción y adaptación de la integración tecnológica, y por ende, la entrega de valor hacia las operaciones del negocio.

Bajo la premisa del análisis del caso argentino a cinco años, se ha hecho una labor de campo a determinados referentes de la industria, identificando previamente hallazgos emergentes del marco teórico alineados con los objetivos de investigación que posteriormente confronten las hipótesis presentadas. Esto dará lugar a la identificación del impacto de la convergencia tecnológica que requerirá una adaptación beneficiosa para un nuevo marco de operación *Upstream* de las organizaciones petroleras.

Relevancia

El tema abordado consta de ejes de estudio necesarios para el entendimiento de la industria de los hidrocarburos en el *Upstream*, sus operaciones físicas y vinculación entre las tecnologías de operación e información, en pos de una alineación estratégica beneficiosa para las compañías capaces de converger hacia este escenario. Para Argentina esto será de alta relevancia en cuanto a su autonomía y futuro energético.



Alcance

El presente trabajo fue desarrollado abriendo su marco teórico en distintas temáticas que abarcan y delimitan el objetivo del mismo. Ha comprendido el estudio del sector industrial del gas y petróleo con foco en el área de exploración y producción, también llamada *Upstream*, frente al impacto que representa la convergencia entre tecnologías operativas y de información para el caso argentino en el futuro mediano. Como entendimiento de la industria, se ha dado un enfoque inicial sobre los orígenes del hidrocarburo, la formación de reservorios y las distintas fases de la exploración y producción que hacen la viabilidad del negocio petrolero. Debido a que las variables de rentabilidad de este tipo de negocios están atadas al contexto global, fue necesario la comprensión del marco político y económico a nivel mundial para finalmente realizar una comparativa con la situación argentina. Desde el punto de vista de la integración de tecnologías, se incluyó un profundo análisis de las alineaciones micro, mezzo y macro de Argentina para los próximos cinco años. Frente a este nuevo paradigma de convergencia digital, han emergido distintos aspectos y casos de uso incluidos como temática de estudio y acompañados de sus beneficios, desventajas y nuevos riesgos. Como lineamiento futuro, sin pretender avanzar en un nivel más allá de sus definiciones y arquitecturas iniciales, se ha logrado exponer un nuevo modelo operativo con inclusión de nuevas tecnologías alineadas con el estado del arte. Se ha incluido gestión del cambio como eje temático clave para el cambio cultural que las compañías alcanzadas por el sector petrolero argentino deberán realizar al adoptar estos nuevos escenarios tecnológicos. De forma cualitativa, descriptiva y exploratoria, se ha llevado a cabo la labor de campo identificando referentes del *Upstream* dentro de compañías energéticas, con el propósito de contrastar los principales hallazgos provenientes del marco teórico contra las hipótesis planteadas. La misma fue llevada a cabo en su totalidad dentro de Argentina.

Justificación

La elección del tema se centraliza en el interés de este maestrando sobre el ámbito petrolero debido a la experiencia en el rubro y la posibilidad de poder profundizar aún más el conocimiento de todas las aristas que lo componen, además de potenciar un salto de



calidad profesional. Dentro de una organización orientada al petróleo y gas, el tema es transversal, generando un sin fin de fuentes de información relevantes para no especialistas en la materia. Desde el punto de vista académico esta investigación intenta realizar un aporte dado el escaso desarrollo existente al respecto, las conclusiones del estudio podrían generar valor para todas aquellas personas que tengan actividad laboral relacionada, que necesiten sustento teórico al respecto o que simplemente quieran involucrarse en conocer la información desde el punto de vista de la industria y sus tecnológicas.

Desde el marco corporativo, podría dar pie a la concientización que pueda surgir en cuestionamientos en las cuales, hoy en día, una organización petrolera se encuentra desplegando sus operaciones, logrando visibilidad o identificando una posible brecha que reduzca su competitividad frente a los mercados de la industria. Algunas componentes que enriquecen el trabajo dan lugar a geología y exploración, técnicas de producción, exploración no convencional, evaluación de proyectos, ingeniería de yacimientos y otros. Esto marca la necesidad de un acompañamiento tecnológico en cada una de las subramas que el área principal tiene, y que desde la mirada sistémica plantea una forma cada vez más eficientes, eficaz y competitiva de producción, teniendo como eje principal la integración IT/OT. También el estudio pretende visibilizar la idea general de un cambio organizacional necesario con un grado de interacción entre diferentes departamentos y límites jerárquicos establecidos. La convergencia tecnológica se alinea con los objetivos empresariales estratégicos del futuro, agilizando la fluidez de la producción, sus procesos, herramientas y metodologías, y esto lo hace sumamente rico en cuanto al valor del conocimiento a adquirir desde lo profesional y académico.

Articulación

El ordenamiento y distribución de los temas del trabajo estará dado en cuatro partes descriptas a continuación.

En la parte I, se presenta el marco general de la Industria Petrolera y del Upstream. Dentro de ella en el capítulo I se desarrolla la industria del petróleo, historia, complejidad y explotación. En el capítulo II se aborda los aspectos geopolíticos y económicos a nivel



global, las nuevas fuentes energéticas emergentes, la matriz argentina y las tendencias tecnológicas del *Upstream*. En el capítulo III se desarrolla las alineaciones y obstáculos micro, mezzo y macro que habrá de presentar el caso argentino con relación al nuevo escenario digital y su proyección en el futuro inmediato.

La parte II se compone del capítulo IV y V, los cuales forman parte del eje central investigativo. El capítulo IV presenta la inserción de la convergencia tecnológica en el escenario corporativo de las organizaciones hidrocarburíferas, adaptación y alineación entre IT y el negocio, ciberseguridad producto de la hiper conectividad. El capítulo V hace foco en la posibilidad del despliegue e implementación de soluciones altamente representativas para las operaciones de la industria basada en integración tecnológica.

La parte III desarrolla la adopción a nuevas formas de trabajo basadas en escenario digitales. El capítulo VI se detalla un nuevo enfoque bajo esquemas de torres tecnológicas que modifican el escenario tradicional y dan lugar a un nuevo paradigma de convergencia. El capítulo VII centraliza el desarrollo del impacto del cambio organizacional necesario, nuevas competencias, y focos de resistencia emergentes.

La parte IV del trabajo, se compone de los capítulos VIII y IX, en donde se realizó una labor de campo basado en la opinión de diferentes referentes de la industria, en su mayoría entrevistas presenciales. Posteriormente la verificación de las distintas perspectivas haciendo una comparativa de lo recabado en el capítulo anterior contra los hallazgos teóricos y las hipótesis.



Planteamiento del tema

La informática industrial u OT avanza a paso firme incorporando desde sus inicios gran cantidad de mejoras tecnológicas mecánicas, eléctricas, de métodos, electrónicas, etc. El desarrollo y fabricación de este tipo de tecnologías viene acompañada de funcionalidades de control cada vez más avanzada. En muchas aristas que componen el *Upstream* es de suma necesidad contar con un correcto funcionamiento de este tipo de automatización para lograr la óptima operación.

La incorporación de las IT es relativamente más reciente pero su adopción es creciente a un ritmo exponencial, adoptando sistemas embebidos, software de supervisión y control, autómatas programables apoyado por un nuevo marco digital con IoT, ¹ Big Data, ² robótica, inteligencia artificial, realidad aumentada, sistemas de ejecución de fabricación y toda la explotación digital de los últimos tiempos.

El impacto de la convergencia tecnológica será muy beneficioso a nivel organizacional en cuanto al flujo de información, su explotación integral, generación de datos en tiempo real para la toma de decisiones y disminución de niveles de incertidumbre en la estrategia de la operación del negocio. La no integración de estas tecnologías puede influir en la continuidad de organizaciones petroleras en los mercados del futuro antes escenarios cada vez más complejos de operación y más competitivos.

De acuerdo con la planificación del presente trabajo, se ha identificado una serie de preguntas que impulsaron y dieron lugar al desarrollo de los capítulos que lo componen, centrando a las operaciones del *Upstream* como protagonista, la inserción de nuevas tecnologías convergentes, y su impacto en los próximos años.

¿Frente al potencial de recursos no convencionales, Argentina será capaz de explotarlos y convertirlos en reservas generando autonomía energética para los próximos años con las tecnologías tradicionales?

¹ Siglas en referencia a Internet de las cosas (en inglés).

² En referencia al concepto de Datos Masivos.



¿La integración de tecnologías impulsará, en el futuro mediano, cambios en las tareas internas y periféricas que alcanzan las operaciones del Upstream petrolero?

¿Las organizaciones orientadas al petróleo podrán implementar los cambios necesarios hacia la adopción de un nuevo marco digital?

Objetivos

Objetivo General:

Identificar los impactos de la convergencia tecnológica entre IT y OT en el campo de la operación de exploración y producción petrolera, determinando las alineaciones y obstáculos micro, mezzo y macro que habrá de presentar el caso argentino en el futuro mediano (cinco próximos años).

Objetivos Específicos:

Describir y analizar los alcances de la operación del sector exploración y producción del gas y petróleo desde el punto de vista teórico y práctico. Factores geopolíticos y económicos, en Argentina y en el mundo, y su relación con la tecnología en los mercados del futuro.

Identificar bajo un conjunto de recomendaciones, ventajas y desventajas, el impacto de la integración tecnológica en las operaciones del *Upstream*.

Identificar factores hacia la convergencia tecnológica frente al cambio organizacional de las compañías petroleras.



Hipótesis

Este trabajo final de maestría intenta demostrar para los próximos 5 años:

- H1. Convertir recursos en reservas explotables en Argentina será cada vez cada vez más complejo, requerirá de mucha investigación, desarrollo y alta inversión.
- H2. La convergencia entre IT y OT producirá en Argentina un aumento de requerimientos de seguridad para evitar ciberataques.
- H3. La convergencia tecnológica abrirá el mercado a diferentes fabricantes con dispositivos integrados y funcionales a la operación del *Upstream*.
- H4. Disminuirá significativamente el riesgo de seguridad e integridad física del personal de yacimientos de hidrocarburos en Argentina gracias a la integración tecnológica.
- H5. Las compañías petroleras enfocadas en el *Upstream* de Argentina deberán adaptar sus procesos y producir la integración entre IT y OT.
- H6. Los geólogos y geofísicos reducirán su incertidumbre en identificar zonas potencialmente atractivas en hidrocarburos debido a la convergencia entre IT y OT.
- H7. Implementar la convergencia tecnológica entre IT y OT introducirá en las empresas argentinas petroleras a cambios culturales que signifiquen romper silos; integrar áreas del negocio; aumentar niveles de transparencia y gestionar conocimiento.

Metodología

El presente trabajo de investigación ha desarrollado un trabajo de campo, de tipo cualitativo, exploratorio y descriptivo. El tipo de diseño seleccionado para esta investigación es no experimental. Los fenómenos se dan en su contexto natural.

Se procedió a la recolección de información apelando a la mecánica del caso, utilizando una técnica instrumental y entrevistas personales. La elección de casos se realizó por decisión de cubrir diferentes *stakeholders* del *Upstream* petrolero, con vasta experiencia en la industria en su mayoría, no solo a nivel nacional sino internacional, y con alto valor académica en sus formaciones, que extienden las carreras de grado en cada uno. Otras



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Estudios de Posgrado



fuentes de datos provienen de aportes del tipo teórico extraídos desde fuentes académicas, físicas como digitales.

En las entrevistas se buscó obtener una visión de la industria, sus complejidades, las variables macro y micro, y la implementación de convergencia tecnológica en cuanto a sus alineaciones y obstáculos. Todo esto anteriormente descrito, con el objetivo de confrontar los principales hallazgos que emergen del marco teórico alineados con los objetivos de investigación y las hipótesis planteadas.

CAPITULO I – LA INDUSTRIA DEL PETROLEO

1.1 Introducción

Una organización orientada al petróleo estratégicamente traza sus líneas de negocios en tres grandes áreas, *Upstream*, *Downstream* y *Midstream*, respectivamente tal como se puede apreciar en la Figura 1.1.1. Bern (2011) define el *Upstream* como la exploración y producción, el *Midstream* al almacenamiento y transporte, y el *Downstream* a operaciones de refinación y venta minorista. Además de estas definiciones conceptuales, entrega un marco global actual haciendo mención acerca de los desafíos que tienen por delante las grandes organizaciones destinadas en este negocio, tal como, aumentar las reservas de petróleo crudo y de gas natural frente a la caída de las reservas globales y el control por parte de los gobiernos nacionales. El autor asimismo marca la irremediable planificación del desarrollo de nuevas formas de energías alternativas que satisfagan la demanda energética futura.

Figura 1.1.1 - Ramas de actividades del negocio petrolero



Fuente: Elaboración propia

Globalmente existe una gran demanda y dependencia del petróleo la cual se solventa la actividad industrial de los países, la extracción y producción de petróleo crudo, junto con



su transformación al expendio final, es todo un desafío. El petróleo crudo en bruto tomado como recurso natural es ubicable en poros de rocas sedimentarias enterradas bajo tierra o mar. Existe una extremada complejidad en cada una de las aristas de la cadena de operación (Beyazay-Odemis, 2016).

Ruiz Caro (2003) destaca que el petróleo continuará siendo la fuente energética predominante en el futuro con demanda del sector de transportes en los países industrializados, mientras que la generación y crecimiento de electricidad estará apoyado a favor del gas natural. Indica además que la infraestructura de gas natural se encuentra más fuerte y desarrollada en países industrializados en comparación a los de en vías de desarrollo.

Según Esper (1999) los hidrocarburos son los componentes centrales de este marco de negocio a respecto señala que “Ese hidrocarburo puede estar en estado líquido o en estado gaseoso. En el primer caso es un aceite al que también se le dice crudo. En el segundo se le conoce como gas natural.” (p. 8). El autor destaca que tanto el gas como el petróleo están compuestos por carbono e hidrógeno, dando lugar a lo que se denomina hidrocarburo y sus orígenes están enmarcados del tipo orgánico y sedimentario.

Desde una perspectiva histórica, Iglesias (2003) aporta evidencias en cuanto al uso del petróleo.

El petróleo (*petroleum*, aceite de roca) es conocido desde hace siglos gracias a los afloramientos de betún sobre la superficie o por las emanaciones de gas natural. Los antiguos chinos lo descubrieron fortuitamente practicando pozos, bastantes profundos para la época, en busca de sal. Se ha aprovechado el alquitrán para calafatear naves, engrasar los ejes de carros, cimentar o impermeabilizar habitaciones. En China se sabía transportar el gas mediante canalizaciones de bambú a fin de poder calentar y alumbrar las casas, así como para alimentar hornos y hogares. En la Edad Media se le adjudicaron usos medicinales y farmacéuticos, que estuvieron muy en boga hasta el siglo XIX. (Iglesias, 2003, p. 31)

1.2 Marco Geológico

Rocha (2014) describe que las rocas, dependiendo de su origen, se las clasifica en ígneas, sedimentarias o metamórficas como se puede apreciar en la Figura 1.2.1. Las ígneas

se forman por la solidificación de un magma, las sedimentarias a partir de la erosión y meteorización de rocas preexistentes terminando en sedimentos, y las metamórficas a partir de otras rocas sometidas a altas presiones y temperaturas sin llegar a fundir. Aporta además un dato no menor, la información que entregan las rocas sedimentarias agrega valor de los ambientes pasados y reconstrucción histórica de la tierra por haber sobrevivido a las altas temperaturas.

Figura 1.2.1 - Formaciones Rocosas



Fuente: Elaboración Propia basado en información obtenida del sitio Escuela Politécnica del Litoral del Ecuador (ESPOL)

Desde una mirada más geológica, Asimov (1971) indica que el origen de la generación de hidrocarburos está atado a un fenómeno puramente natural que avanza silenciosamente por miles de años, sosteniendo lo siguiente:

El proceso por el que los organismos que están enterrados debajo de la arena o de las rocas se convierten en hidrocarburos implica la formación de una compleja mezcla de sustancias gaseosas, líquidas y sólidas. En la mayoría de los casos, esta mezcla es empujada a una profundidad cada vez mayor por las sucesivas capas de arena y arenisca que la cubren y que forman el «sedimento». A medida que esta capa de arena y de otros materiales se va haciendo



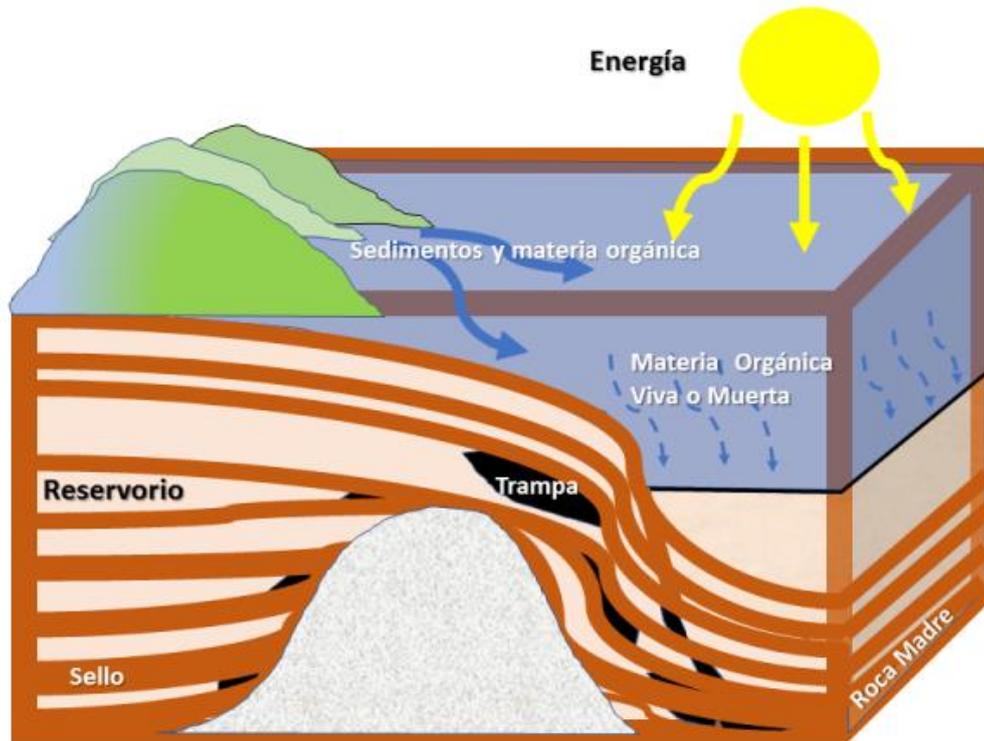
más espesa, su propio peso obliga a las partículas de materia a unirse, dando así lugar a lo que se conoce con el nombre de «roca sedimentaria». Estas rocas se forman bajo el agua y, por lo general, en zonas poco profundas próximas a la costa. Con el paso de los años, o mejor dicho de los siglos, algunas afloran a la superficie cuando el mar se retira, pero en su interior conservan la mezcla de hidrocarburos (Asimov, 1971, pp 7-8).

Autores como Borgna, Di Cosimo y Fígoli (2001) definen al petróleo como una mezcla de compuestos orgánicos e hidrocarburos primarios provenientes de formaciones rocosas subterráneas luego de cientos de millones de años o cuencas sedimentarias. Continúa indicando que se ha formado producto de animales y plantas microscópicas en descomposición. Con respecto al petróleo afirma que “No se encuentra en las rocas en las cuales se formó, sino que migra a sedimentos de mayor permeabilidad que actúan como reservorios sobre los cuales se encuentra otro tipo de rocas impermeables que actúan como sello e impiden su escape”. (p. 13). Según Iglesias (2003), “El petróleo es uno de los llamados combustibles fósiles. Esta categoría engloba, también, al carbón y al gas. Son fósiles porque su formación comenzó, según la teoría más aceptada, hace millones de años.” (p. 31).

1.3 El Sistema Petrolero

Los reservorios dan lugar a lo que se denomina el sistema petrolero, Cabanilla y Otros (2013) aportan la siguiente definición, “Se denomina sistema petrolero al conjunto de elementos y procesos necesarios para que, sincronizados temporalmente de manera apropiada, conduzcan a la generación de hidrocarburos y su posterior migración, entrapamiento y preservación dentro de una acumulación.” (p. 43). Esto se puede visualizar representado en la Figura 1.3.1.

Figura 1.3.1 - Sistema Petrolero



Fuente: Elaboración Propia

Para Da Silva (2008) un sistema petrolero es un sistema geológico que abarca las rocas generadoras de hidrocarburos relacionadas con todos los elementos y procesos geológicos esenciales, haciendo referencia a la roca madre, la roca reservorio, la roca sello, la roca de sobrecarga, junto a dos procesos claves tales como formación de trampa y generación, migración y acumulación de hidrocarburos. Según Magoon y Beamont (2003), los elementos y procesos mencionados antes deben estar configurados naturalmente en tiempo y espacio para que la materia orgánica incluida en una roca de origen se pueda convertir en acumulación de petróleo. Un sistema petrolero tiene mayor probabilidad de existencia donde se da este panorama. El tamaño de un sistema petrolero puede estar medido por el volumen total de todos los hidrocarburos recuperables de una roca de origen activa. Esta medición ayuda a comparar con respecto a otro sistema, pudiendo determinar la eficiencia generación-acumulación



Los elementos claves que definen la existencia de un sistema petrolero son las rocas generadoras, almacenadora, sello, trampa y el sepultamiento necesario para la generación térmica de los hidrocarburos, como ya se ha mencionado anteriormente. Estos elementos y procesos deben estar configurados naturalmente en tiempo y espacio para que la materia orgánica incluida en una roca de origen se pueda convertir en acumulación de petróleo. Un sistema petrolero tiene mayor probabilidad de existencia donde se da este panorama. El tamaño de un sistema petrolero puede estar medido por el volumen total de todos los hidrocarburos recuperables de una roca de origen activa. Esta medición ayuda a comparar con respecto a otro sistema, pudiendo determinar la eficiencia generación-acumulación (Magoon & Beamont, 2003).

Esper (1999) hace más de 20 años consideraba que una vez ubicado el sistema petrolero más conveniente, y aprobado el análisis de factibilidad generación-acumulación, “La única manera de saber realmente si hay petróleo en el sitio donde la investigación geológica propone que se podría localizar un depósito de hidrocarburos, es mediante la perforación de un hueco o pozo.” (pág. 6), agregando que la mecánica de perforar un primer pozo etiquetándolo como “pozo exploratorio” con los equipos correspondientes al tipo de subsuelo, en contraste con el apalancamiento de las posibilidades tecnológicas actuales.

1.4 Exploración y producción

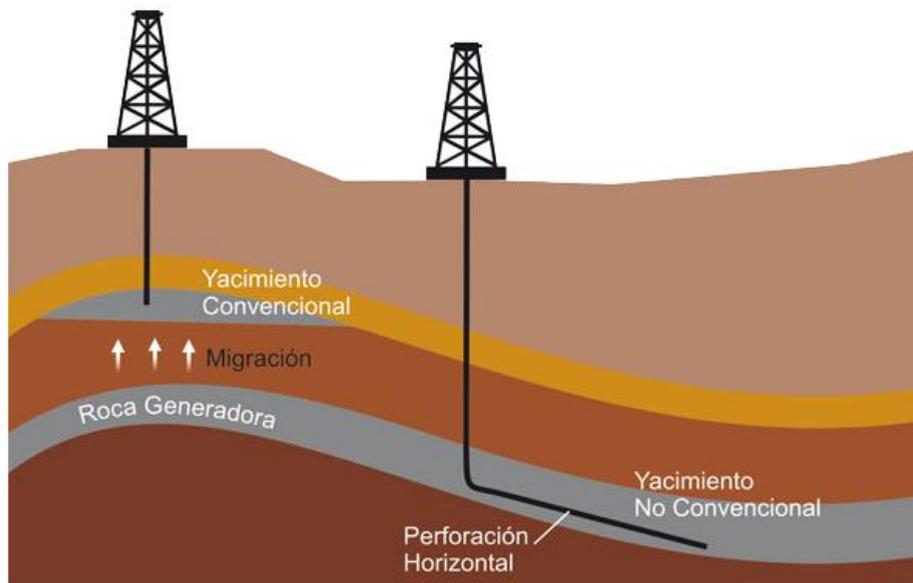
La etapa de exploración y producción es tan solo la fase inicial del negocio del petróleo, tal como se puede apreciar en la tabla 1.1.1. El proceso es largo y complejo, y la cadena continua dentro del mismo *Upstream* hasta lograr su plena completitud, para luego si avanzar a la siguiente etapa.

En la Argentina, cuando hablamos de NOC o "no convencionales", nos referimos específicamente a dos tipos de hidrocarburos: los de las formaciones *shale*, como Vaca Muerta, y los de las formaciones *tight*. Son formaciones muy compactas, las *tight*, de baja permeabilidad y las *shale*, directamente impermeables, formadas a partir del lecho de lagos y mares. En las fisuras de la roca madre o generadora (*shale*), como se ha explicitado en la sección de Sistema Petrolero, queda buena parte de los hidrocarburos. La figura 1.4.1 muestra los dos escenarios de exploración y producción, y específicamente para el *shale gas*

y *shale oil* en NOC con la búsqueda de hidrocarburos en las formaciones en las que se generaron, y que quedaron sin migrar a formaciones permeables o yacimientos convencionales (Instituto Argentino del Petróleo y el Gas, s.f.).

La complejidad del NOC pasa por la ubicación de los hidrocarburos a extraer, distribuidos en millones de poros microscópicos que, a diferencia de los reservorios convencionales, no están interconectados entre sí y, por lo tanto, no pueden desplazarse por el interior de la formación. Es necesario generar artificialmente vías para que puedan fluir hacia el pozo, reabriendo las diminutas fisuras en la roca generadora, creadas por la naturaleza durante la formación de los hidrocarburos, y hoy cerradas por el peso de kilómetros de roca depositados sobre ella (Instituto Argentino del Petróleo y el Gas, s.f.).

Figura 1.4.1 - Diferenciación de depósitos de hidrocarburos



Fuente: Extraído del sitio Shale en Argentina <http://www.shaleenargentina.com.ar/hidrocarburos-no-convencionales>

La estimulación hidráulica, fractura hidráulica o *fracking*, consiste en inyectar a presión un fluido formado básicamente por agua y arena (99,5%), más el agregado de algunos aditivos químicos (0,5%), extremadamente diluidos. Una vez que la fisura es reabierta gracias a la acción de la presión del agua, es necesario garantizar que no se cierre una vez que la presión disminuya, agregando agentes de sostén o arenas especiales que



ingresan en las fisuras y las apuntala para impedir que vuelvan a cerrarse. A partir de ese momento, por esas fisuras abiertas de menos de un milímetro de espesor, y apuntaladas por los granos de arena, pueden fluir los hidrocarburos hacia el pozo, para permitir su extracción (Instituto Argentino del Petróleo y el Gas, s.f.).

Tabla 1.1 - Mapa de Fases del Negocio Petrolero

Industria del Petróleo				
Etapa	Upstream	Midstream	Downstream	Comercialización
Principales Actividades	Exploración – Sísmica y perforación.	Transporte del crudo a las refinerías o puertos de embarques por: Vía terrestre (camión, ferrocarril). Vía Marítima. Oleoducto.	Refinación del petróleo crudo.	Mercado interno: Petróleo crudo. Productos derivados del petróleo.
	Perforación – Cementación, perfilajes, entubamiento.		Destilación primaria o topping.	Mercado Externo: Petróleo crudo. Productos derivados del petróleo.
	Extracción – mantenimiento del pozo.		Procesos secundarios de conversión (reforming, cracking, coqueo, hidrocracking, isomerización, etc.)	
	Tratamiento del petróleo: separación de gases, deshidratación.			

Fuente: Elaboración Propia en base al 3er Foro Federal de la Industria – Unión Industrial Argentina

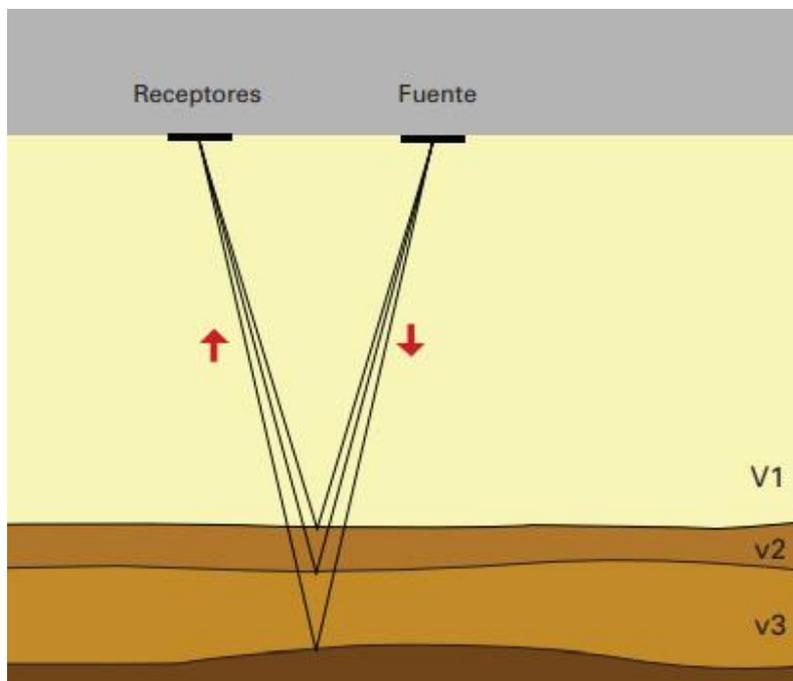


1.4.1 Exploración

La fase de exploración tiene como objetivo ubicar las potenciales zonas consideradas “sistemas petroleros”, anteriormente nombrado en el párrafo anterior, con el fin de buscar e incorporar reservas de petróleo o gas mediante distintos procesos y/o métodos. El paso del tiempo ha ayudado en el desarrollo de nuevas y complejas tecnologías junto con geólogos y geofísicos especialistas en ciencia de la tierra, así lo afirma Artigas (2010). Continúa haciendo mención de que los métodos más usados dan a cuenta de instrumentos, mapas geológicos o de afloramiento de rocas en superficie, mapas topográficos y del subsuelo entre otros. Para el autor, los mapas fueron muy importantes ya que permiten visualizar distribución, propiedades de las capas rocosas en el subsuelo. Se confeccionan a partir de información de pozos preexistentes y sísmica de reflexión. Define esto último de la siguiente manera “La sísmica de reflexión consiste en emitir ondas elásticas (una vibración) en la superficie del terreno con explosivos o camiones vibradores en la exploración en tierra o con cañones de aire en el mar, en caso de exploraciones marinas.” (p. 9). Las ondas viajan a través de las capas del subsuelo y se rebotan cuando existe un cambio importante en el tipo de roca. Esta información es recibida en superficie aportando valor al proceso al armado de los mapas, tal como tiempo, velocidad, profundidad y la geometría de las capas afectadas.

Stinco y Otros (2003) marcan que una de las características de la sísmica es que si se conoce la velocidad con que se transmiten las ondas de sonido en las distintas capas se podría obtener la profundidad a la que están esas capas (Figura 1.4.1.1), dato fundamental para el geólogo a la hora de confirmar la perforación de un pozo.

Figura 1.4.1.1 - Emisión y Recepción de los rayos reflejados en las distintas capas.



Fuente: Basado en el capítulo 2 - La protección petrolera (Stinco, y otros, 2003, pág. 65).

Desde el punto de vista monetario, la evaluación y modelo económico de la inversión se da como una sucesión temporal de flujos de caja, viene dada por los tipos de reservas a evaluar, tales como, reservas desarrolladas, probadas, probables y posibles. De no existir reservas o la calidad del sistema es muy baja, entonces el yacimiento no posee importancia económica. Los factores por evaluar son: el grado de desarrollo del área, el precio de los hidrocarburos que componen las reservas, legislación sobre regalías, tipo de contrato dependiendo de la legislación o modalidad de cada país. Estos factores aportan la valorización del área en distintos escenarios, y la determinación ágil de precios mínimos a los cuales es rentable la explotación o el desarrollo de las distintas categorías de reservas, ante el cambio de precio del crudo o gas a nivel global, maximizando las ganancias con el menor riesgo posible (Da Silva, 2009). En línea Artigas (2010) sugiere al respecto “Para calcular la rentabilidad se debe conocer el volumen aproximado del petróleo y del gas que se va a recuperar, el precio de venta de los productos, el costo de los pozos a perforar y de las instalaciones de superficie” (p. 71).



1.4.2 Perforación

Se parte de una idea geológica que termina plasmándose en la decisión de perforar un pozo, así lo afirma Stinco y Otros (2003). Para que esto suceda se deben cumplir una serie de pasos, el tiempo desde la idea hasta la perforación es muy variable y dependiente de factores técnicos, financieros, comerciales y legales. En términos técnicos, el geocientista genera la idea y minimiza riesgos geológicos. En términos financieros, se acuerda el monto de inversión y se debe conseguir la financiación que pueda sostener el proyecto. Comercialmente se lleva adelante un análisis de la acumulación calculando el punto de quiebre o *break even*.³ Legalmente, al momento de perforar el cumplimiento del compromiso de trabajo que se asume al solicitar un permiso para un bloque de exploración.

También es común, en los yacimientos de petróleo, diseñar desde el principio un proyecto de recuperación secundaria con el objeto de mejorar el factor de recuperación inyectando agua o gas. En yacimientos de gas húmedo se pueden diseñar proyectos de reciclado, es decir, separar los componentes más pesados del gas y reinyectar en el yacimiento solo el metano, de esta manera se recupera un importante volumen de GLP (gas licuado de petróleo) que tiene un mejor valor que el gas seco (solo metano) (Stinco, y otros, 2003).

López Anadón (2015) afirma “El primer paso es preparar la plataforma en la que el equipo de perforación va a ser ensamblado. Esta plataforma se conoce como “locación”. Se despeja y nivela la zona, manteniendo estrictos estándares de seguridad y preservación del medio ambiente.” (p. 8). Partiendo del escenario anterior, el equipo de perforación hace girar una tubería de acero con un trépano en el extremo, y mediante la trituración de la roca junto con el pozo, se va ganando en profundidad. Se agregan tramos de cañería (de aceros especiales sin costura provistos de roscas con precisiones milimétricas) desde la superficie. Otro dato importante es el siguiente, “En la explotación convencional, en general, los pozos son verticales. Pero hay casos específicos para los que se requieren pozos dirigidos u horizontales, que son más cotosos que los anteriores.” (p. 8) en relación con la complejidad

³ Tamaño de acumulación necesario encontrar para recuperar al menos la inversión inicial.



que se presenta cuando se trabaja sobre un escenario de no convencional (Tierra y Tecnología, 2013). Otro autor indica que durante la perforación se hace circular un lodo compuesto por agua, arcilla y varios productos químicos, que da consistencia a las paredes del pozo y enfría la broca, cada tubo tiene unos 12 metros de longitud y su diámetro varía según la profundidad del pozo. A medida que avanza la perforación, se va colocando la tubería de revestimiento del pozo para evitar que las paredes se derrumben y para aislar las napas de agua. Cuando la presión del reservorio empieza a ceder y por lo tanto ya no fluye por la tubería hacia la superficie, se coloca una bomba de extracción en profundidad (Edición YPF, s.f.).

Artigas (2010) indica que la perforación y explotación cubren aspectos que hacen al control y conocimiento del descubrimiento, tales como características y extensión. La sísmica 3D aporta información necesaria representando la magnitud del área del yacimiento que, junto con la información de los pozos, permiten detectar nuevas zonas que no son drenadas por pozos existentes. El autor remarca que a medida que esta fase avanza se puede pensar en evaluar posibilidades de mejora como la de perforar nuevos pozos para aumentar el drenaje del reservorio, o aplicar técnicas para el control del daño de la formación, o mejorar los tratamientos (ácidos, fracturas, etc.), o el de los sistemas de extracción, etc.

1.4.3 Extracción

La extracción viene acompañada de sedimentos, agua y gas natural, así lo afirma Esper (1999), indicando que debe existir las facilidades de producción, separación y almacenamiento para llevar esto a cabo. El autor hace referencia a que los métodos de extracción en los pozos sin presión son el “balancín” o “machín”, mediante utilización de bombas en el fondo de los pozos succionando petróleo hacia la superficie con un constante balanceo. En el caso de la existencia de presión, se instala en la cabeza del pozo un equipo que consta de válvulas para regular el paso del petróleo. Para el caso del gas natural asociado al petróleo, es necesario plantas de tratamientos para luego despacharlo como “gas seco” hacia gasoductos. Las plantas de tratamientos de gas se encuentran en el mismo yacimiento, y debe cumplir con el proceso de secado, mantenimiento de una presión alta, etc. El autor finaliza detallando que la fase de extracción de petróleo no asegura extraer todo el petróleo



acumulado en el pozo, los porcentajes promedios son del 50 al 60% del total. Existen algunos métodos que ayudan a completar la extracción mediante inyección de gas, agua o vapor a través del pozo productor o de pozos paralelos a éste.

El mantenimiento de los pozos da lugar a lo señalado en el último párrafo. Oil Production (s.f.) sostiene que en la etapa de producción un pozo necesita una serie de operaciones de reacondicionamiento para optimizar la energía del yacimiento, corrigiendo problemas mecánicos que no permitan su correcto funcionamiento (producción e inyección). Las mejoras que trae aparejado este reacondicionamiento giran alrededor de la recuperación de hidrocarburos, o del cambio del alcance de producción en pos del aprovechamiento máximo.

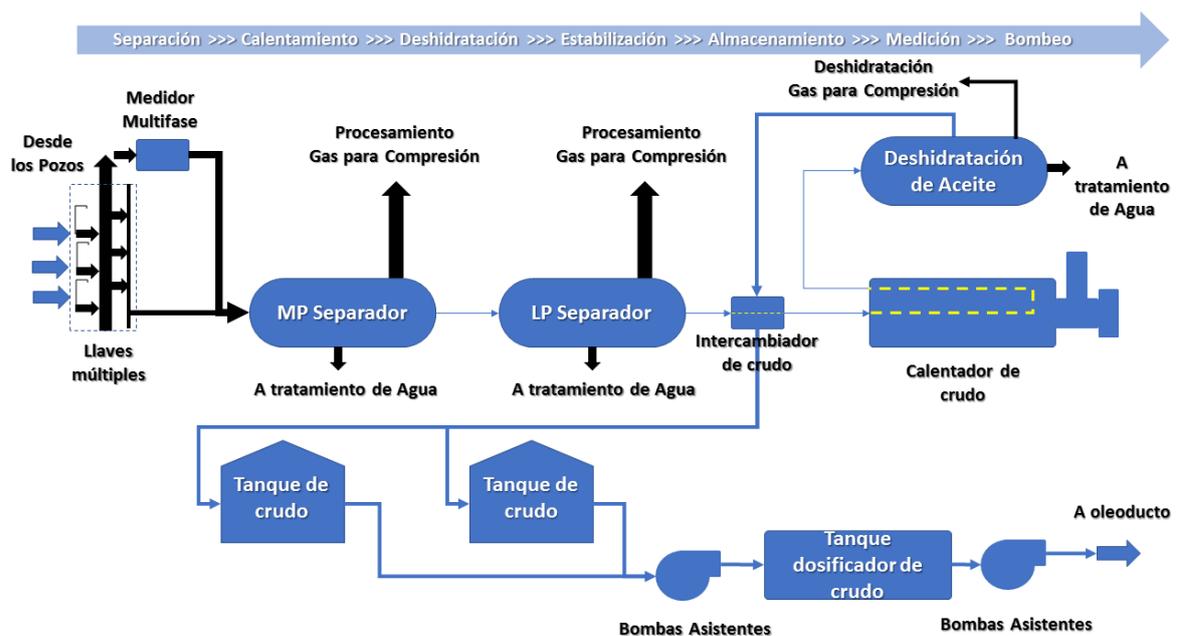
1.4.4 Tratamiento / Separación

Con el pozo en producción, la extracción requiere del tratamiento posterior de separación de petróleo, gas y agua. El calentamiento térmico es uno de ellos, donde ingresa aceite, gas y agua, provocando la rotura de la mezcla cruda entre el aceite y el agua de característica más densa. Por otro lado, el gas natural sube a la parte superior de la cámara y se extrae de forma separada (es menos denso que el petróleo). Así también, el gas es eliminado mediante la combustión, el agua por un tratamiento adicional, esto se da gracias al aporte de la viscosidad del petróleo crudo que juega un papel importante. Para la separación de petróleo, gas y agua también se aplica el método de diferencia de gravedad o peso de cada fluido. En la mayoría de los casos con tres tipos generales de separadores por presión, separador horizontal, separador vertical y separador esférico. Después de la separación de petróleo, gas y agua, queda una pequeña cantidad de sales no deseadas en el crudo que deben reducirse de 5 a 10 libras por mil barriles para el procesamiento de crudo y gas en una refinería o planta estabilizadora, y la aplicación de tecnología de desalinización de petróleo crudo (Choudhary, Srivastava, Mahendra, & Motahhir, 2017).

La Figura 1.4.4.1 representa el sistema de separación. La entrada de crudo proviene de lo extraído en los pozos mediante colectores que alimentan a los separadores, un control de medición controla la carga que ingresa; internamente el agua, el gas y petróleo se tratan dentro de estos dispositivos. Este proceso se repite hasta tener solo el petróleo que

posteriormente se trata mediante calentamiento y deshidratación. Antes de enviar el producto al *Midstream*,⁴ se procede a estabilizarlo movilizándolo de tanques a través de bombeos, almacenarlo, medirlo y enviarlo a las tuberías.

Figura 1.4.4.1 - Sistema tradicional de tratamiento de petróleo crudo



Fuente: Elaboración propia basado en grafica de Schlumberger - https://www.slb.com/~media/Files/testing/other/epf_crude_oil_treatment.pdf.

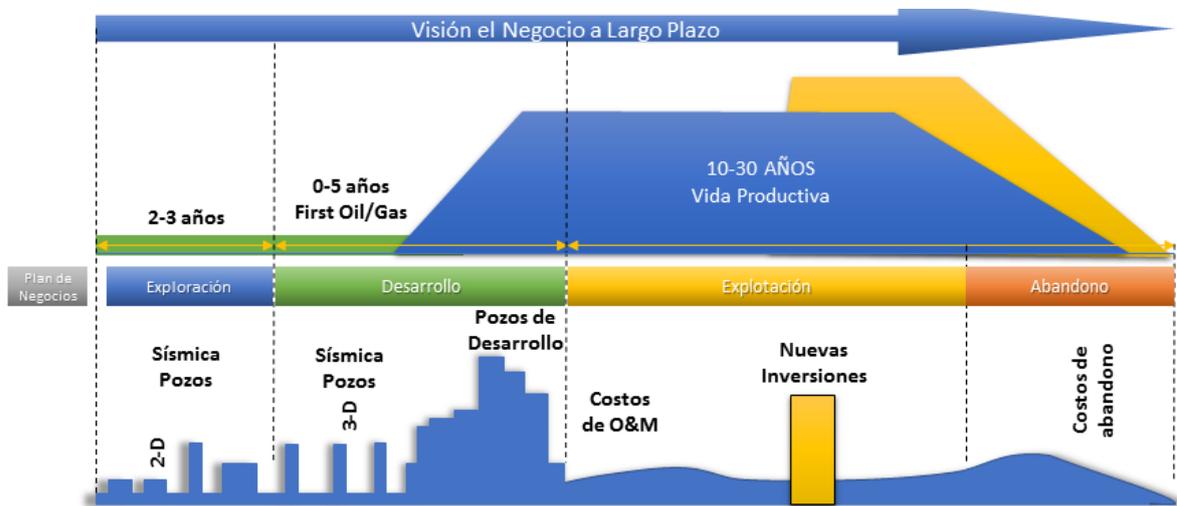
1.5 Etapas de un pozo petrolero

El desarrollo de nuevas técnicas de exploración ha contribuido a mejorar la eficiencia en cuanto al descubrimiento de yacimientos, pero su porcentaje al fracaso sigue siendo alto. La figura 1.5.1 entrega la representación gráfica del ciclo de vida de un proyecto de exploración y producción. La fase de exploración pasa por varios años antes de comenzar con las perforaciones (evaluación). Si los estudios de viabilidad dan el porcentaje de factibilidad correcto, se formaliza e implementa un plan de desarrollo conceptual de campo. Aprobado el plan, la fase de desarrollo avanza en compra de materiales necesarios, fabricación e instalación de unidades de producción y la puesta en marcha de todo el equipo.

⁴ En referencia a la transportación de los hidrocarburos, desde el yacimiento hasta donde será procesado.

La producción comienza con las primeras cantidades comercializables de hidrocarburos (primer aceite) que fluye en la entrada del pozo, cubriendo los costos de inversiones realizadas anteriormente. En cuanto a tiempos, producción se divide en tres partes, construcción (inicio), meseta (de dos a cinco años) y declive (la más larga). Cuando el flujo de caja se torna permanentemente negativo se ingresa en la fase de abandono. El desafío en esta parte del ciclo es como tener el mínimo impacto sobre el medio ambiente sin grandes costos (Ciclo de vida de un proyecto, 2010).

Figura 1.5.1 - Etapas del Ciclo de la Exploración y Producción



Fuente: Elaboración Propia basado en el Ciclo de Exploración y Producción de YPF S.A.

Resumen del Capítulo:

Una organización orientada al petróleo se encuentra formada por tres grandes áreas, *Upstream*, *Downstream* y *Midstream*. Este primer capítulo se ha presentado una introducción de la magnitud de las operaciones en la industria del *Upstream*.

El *Upstream* se alimenta del petróleo y gas extraído de los suelos explorados y explotados. El petróleo crudo es ubicable en poros de rocas sedimentarias enterradas bajo tierra o mar, y su extracción y producción junto con su transformación al expendio final implica una sucesión de tareas. Las rocas, dependiendo de su origen, se las clasifica en ígneas, sedimentarias o metamórficas. Dentro de la investigación realizada, algunos autores afirman que el petróleo continuará siendo la fuente energética predominante en el futuro con



demanda del sector de transportes en los países industrializados, como así también la infraestructura de gas natural.

La fuente principal de una formación de hidrocarburos se centra en lo que se conoce como sistema petrolero, y su conceptualización se representa en un conjunto de elementos y procesos necesarios sincronizados temporalmente de manera apropiada para la generación de hidrocarburos y su posterior migración, entrapamiento y preservación dentro de una acumulación, y su volumen depende de todos los hidrocarburos recuperables de una roca de origen activa. La fase de exploración tiene como objetivo ubicar las potenciales zonas consideradas sistemas petroleros. Se ha desarrollado sus cuatro puntos, la exploración, la perforación, la extracción y el tratamiento del petróleo. El ciclo de vida de un proyecto de exploración y producción puede perdurar a lo largo de hasta 30 años.

La perforación y explotación cubren aspectos que hacen al control y conocimiento del descubrimiento para aportar características y extensión. La fase de extracción de petróleo acciona los mecanismos necesarios, pero no asegura extraer todo el petróleo acumulado en el pozo. La etapa de producción un pozo se asocia con las operaciones de reacondicionamiento para optimizar la energía del yacimiento. Luego es necesario el tratamiento posterior de separación de petróleo, gas y agua aplicando distintos métodos por diferencia de gravedad o peso de cada fluido.

El yacimiento se representa económicamente por su cantidad y calidad de reservas. El cálculo de la rentabilidad viene representado por el volumen aproximado que se recuperará, el precio de venta de los productos, el costo de los pozos a perforar y las instalaciones de superficie. La mayor inversión no garantiza mayor descubrimiento, y su explotación se basa en recursos no renovables, ya sea gas o petróleo y sus derivados. Un buen gerenciamiento, nuevas ideas e incorporación de tecnología apropiada impulsan los nuevos descubrimientos y otorgan las oportunidades para nuevos desarrollos.

Cada sistema petrolero explotado requiere de un monitoreo efectivo, alimentación, almacenado e interpretación continua de los datos capturados. Es aquí donde nace las primeras necesidades de convergencia IT/OT. Sustentado bajo un marco de investigación



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Estudios de Posgrado



constante y desarrollo locales, el escenario futuro en la búsqueda de hidrocarburos requerirá participación constante de la ingeniería de perforación complementado con las TICs, para el apoyo necesario desde un punto de vista geológico, geofísico, y el desarrollo del campo, entre otros. El uso de la tecnología de forma estratégica será clave para afrontar la complejidad en las operaciones del *Upstream* de cara al futuro.

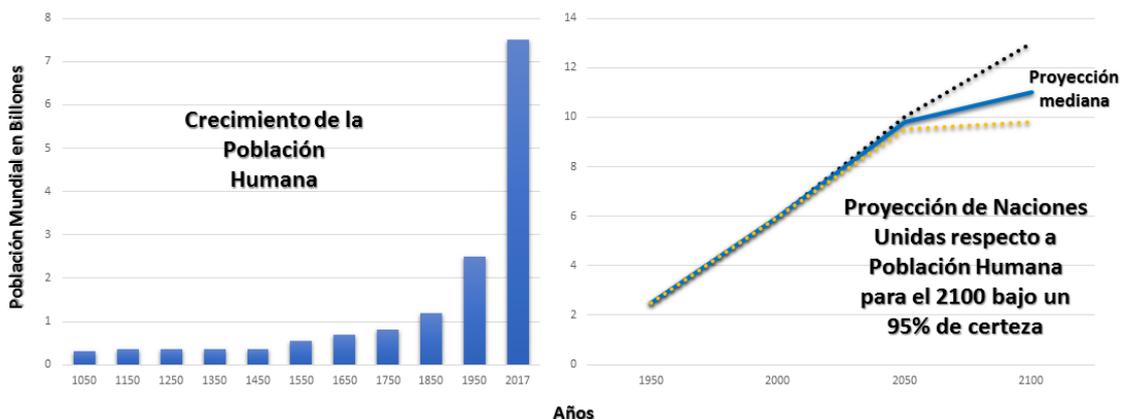


CAPITULO II – PERSPECTIVA GLOBAL

2.1 Introducción

Los siguientes datos son expuestos con la idea para dar marco al contexto global futuro y sus necesidades, entre ellas la energética. Las proyecciones de las Naciones Unidas en cuanto al futuro de la población en el mundo dan una mediana correspondiente a 9.7 billones en 2050 y 10.9 billones en 2100 como se puede apreciar en la figura 2.1.1. Dentro del rango de certeza del 95%, el número especificado anteriormente para el año 2100 marca la diferencia de más menos 4 mil millones de personas, más de la mitad de la población que tenemos hoy (Population Matters, 2019).

Figura 2.1 - Proyección del crecimiento de la población mundial.



Fuente: Ambas figuras fueron extraídas del Sitio Population Matters basado en indicadores de Naciones Unidas - <https://populationmatters.org/the-facts/the-numbers>.

Se estima que para el 2050 una de cada seis personas en el mundo (cerca del 16% de la población) tendrá más de 65 años, en comparación con el 9% actual. En otros términos, 1 de cada 11 en 2019. La proporción de la población correspondiente a los 65 años, o más, se duplicará entre 2019 y 2050, esto sucederá en África septentrional, Asia, América Latina y el Caribe. Para 2050, una de cada cuatro personas que habitan Europa y América del Norte podría tener 65 años o incluso más edad. En 2018, por primera vez en la historia, las personas de 65 años, o más a nivel mundial, superaron en número a los niños menores de cinco años. Se proyecta que el número de personas de 80 años o más se triplicará, de 143 millones en 2019 a 426 millones en 2050. A nivel global se espera que la esperanza de vida, que ya

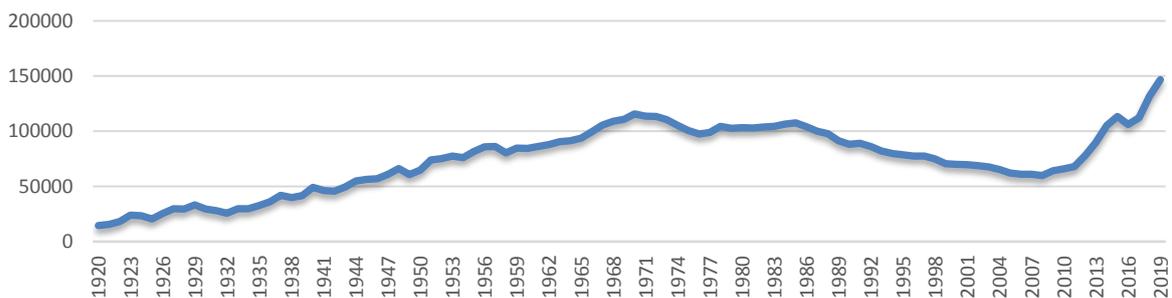


aumentó de 64,2 años en 1990 a 72,6 años en 2019, aumente aún más, alcanzando los 77,1 años en 2050 (United Nations Department of Public Information, 2019).

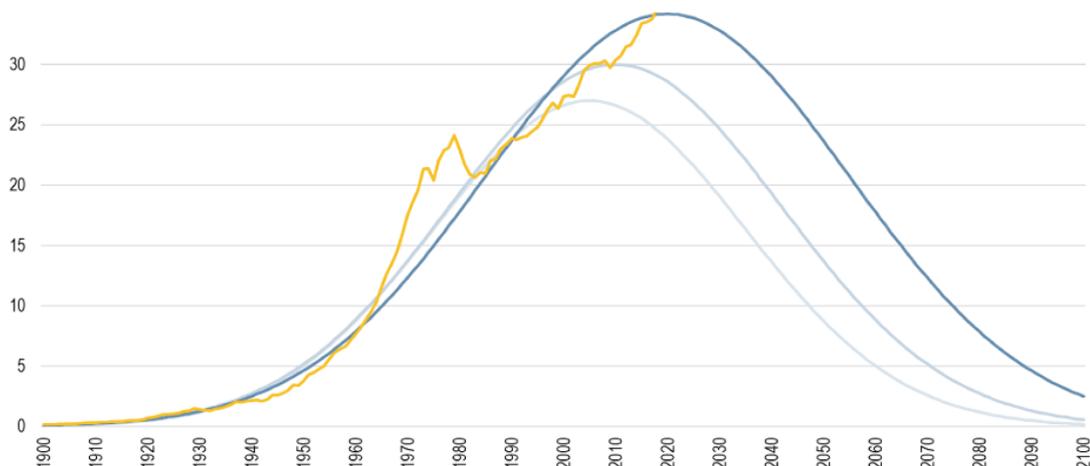
2.2 Marco político / económico

Tanto la EIA (2019), como British Petroleum mediante una publicación del sitio *The Geography of Transport Systems* (2019) marcan la proyección de barriles de petróleo debido a la demanda futura producto del aumento poblacional, figura 2.2.1. El consumo de energía es un factor desencadenante y una consecuencia de este crecimiento generando un aumento de 1000 millones de barriles diarios de petróleo en 1900, a casi 15000 millones en la actualidad.

Figura 2.2.1 - Producción de miles de barriles diarios de petróleo hasta la actualidad - Proyección anual en billones de barriles hacia el 2100



Fuente: EIA <https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=MCRFPUS2&f=M>



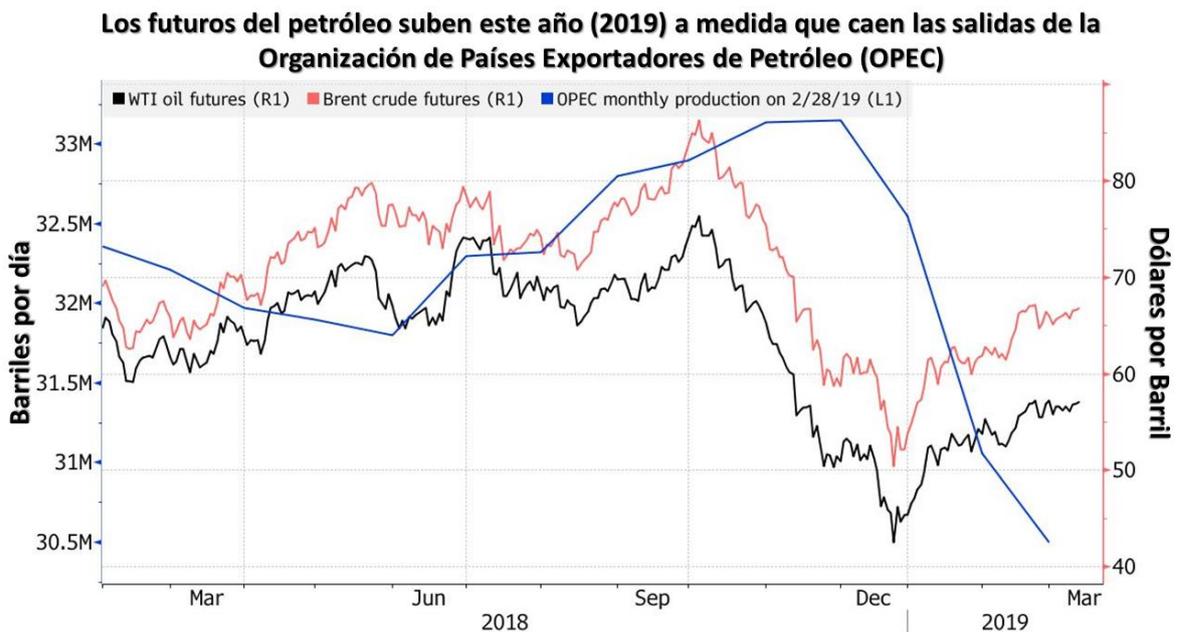
Fuente: British Petroleum https://transportgeography.org/?page_id=5944

Debido al crecimiento económico de China por muchos años, la demanda de crudo tuvo un acompañamiento casi proporcional para abastecer a dicho país, ajustando su precio



global a niveles nunca vistos en términos reales. Luego de transitar por esta prolongada prosperidad, China se ha detenido, provocando que dicha demanda de hidrocarburos sea menor. Los altos precios por los que transito el barril de crudo, género que los países productores invirtieran más cantidad de capital para extraer mayor volumen, como el caso de Arabia Saudita que paso de 10.4 millones diarios en 2006 a 12.2 en 2015 o Estados Unidos implementando nuevas tecnologías, tales como el fracking, ⁵ de 5 millones de barriles diarios en 2006 a 9.3 en 2015 (Zuckermann, 2016). La figura 2.2.2 representa como ha ido variando el precio de crudo por barril tomando desde 2018 hasta hoy, considerando una corriente alcista en estos últimos meses.

Figura 2.2.2 - Precio del barril de crudo a nivel mundial



Fuente: Basado en indicadores del sitio Bloomberg –<https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-03-12/oil-gains-as-industry-report-shows-unexpected-cut-in-u-s-supply>

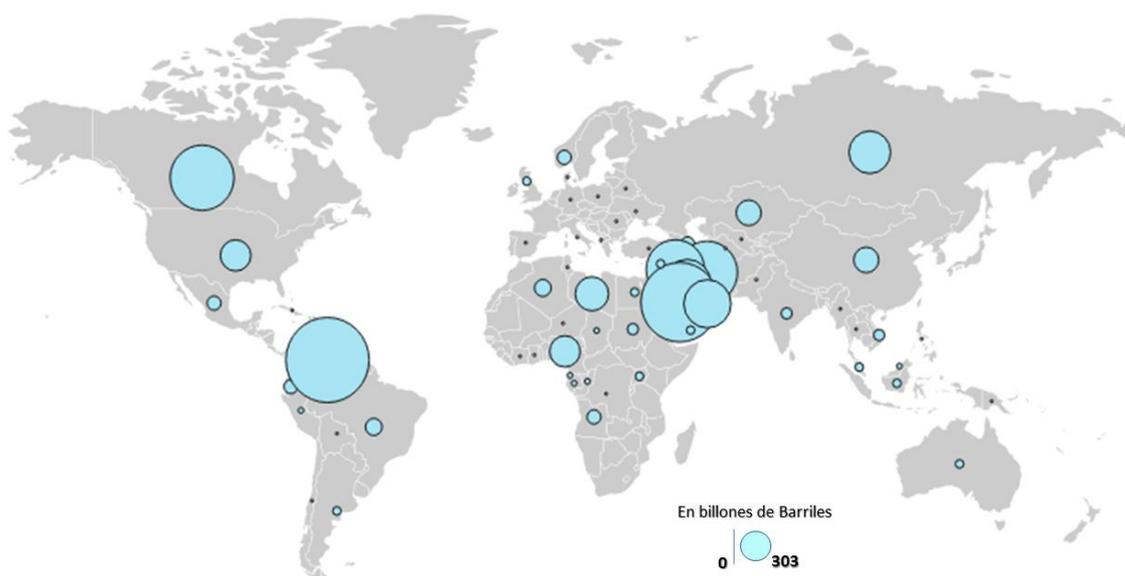
Actualmente Arabia Saudita es el segundo mayor tenedor de reservas probadas de petróleo en el mundo, ocupando el segundo lugar después de Venezuela, con aproximadamente el 16% de las reservas totales, figura 2.2.3. En 2016, Arabia Saudita fue

⁵ En referencia a Fractura Hidráulica



el mayor exportador de líquidos derivados del petróleo (petróleo crudo y productos derivados del petróleo), y las exportaciones se destinaron principalmente a los mercados asiático y europeo. Durante ese mismo año, Arabia Saudita fue el segundo mayor productor de líquidos de petróleo del mundo, detrás de los Estados Unidos, y el segundo mayor productor de petróleo crudo y condensado de arrendamiento detrás de Rusia. Durante el primer semestre de 2017, Arabia Saudita ha mantenido esta posición, a pesar de una menor producción que en el año anterior (U.S. Energy Information Administration, 2017).

Figura 2.2.3 - Cantidad de reservas de petróleo a nivel mundial al 2018



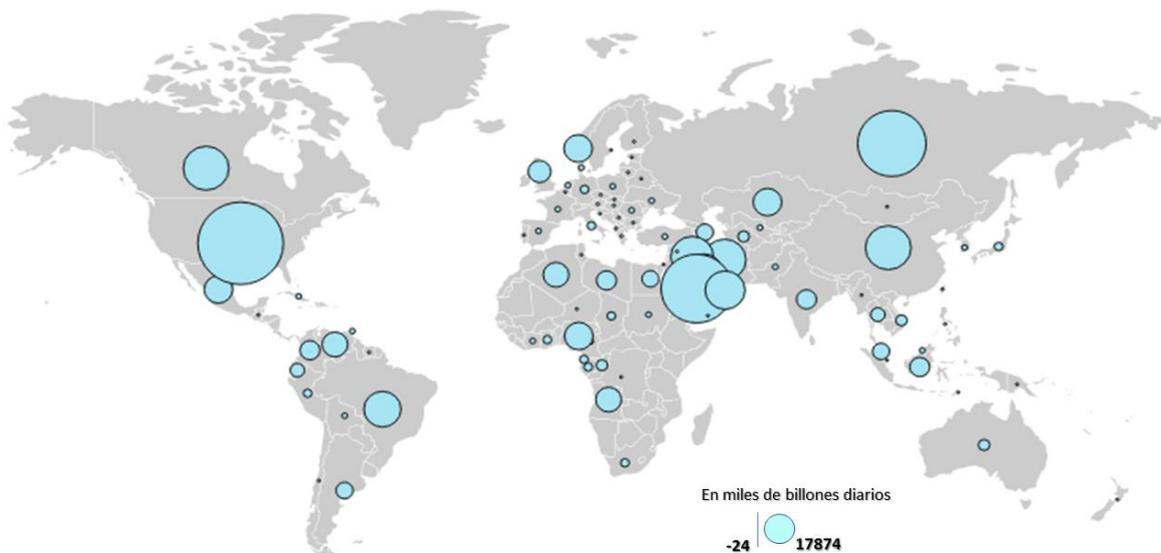
Fuente: Sitio EIA – US Energy Information Administration

A nivel producción anual de petróleo Estados Unidos alcanzó un nivel récord de 10.96 millones de barriles por día en 2018, 1.6 millones (17%) más que los niveles de 2017. En diciembre de 2018, la producción mensual de crudo en este mismo país alcanzó los 11.96 millones de barriles por día, el nivel mensual más alto de producción de crudo en la historia de dicho país. Su producción de crudo ha aumentado significativamente en los últimos 10 años, impulsada principalmente por la producción de formaciones rocosas compactas mediante perforación horizontal y fracturación hidráulica, no convencional. La EIA para dicho país pronostica un constante crecimiento durante el 2019 y 2020, con un promedio de 12.3 millones y 13.0 millones de barriles diarios respectivamente. La figura 2.2.4 representa



los países que mayor cantidad de barriles de crudo producen diariamente. Luego de Estados Unidos, la lista continua con Arabia Saudita (U.S. Energy Information Administration, 2019).

Figura 2.2.4 - Países productores por barril de crudo a nivel mundial al 2018

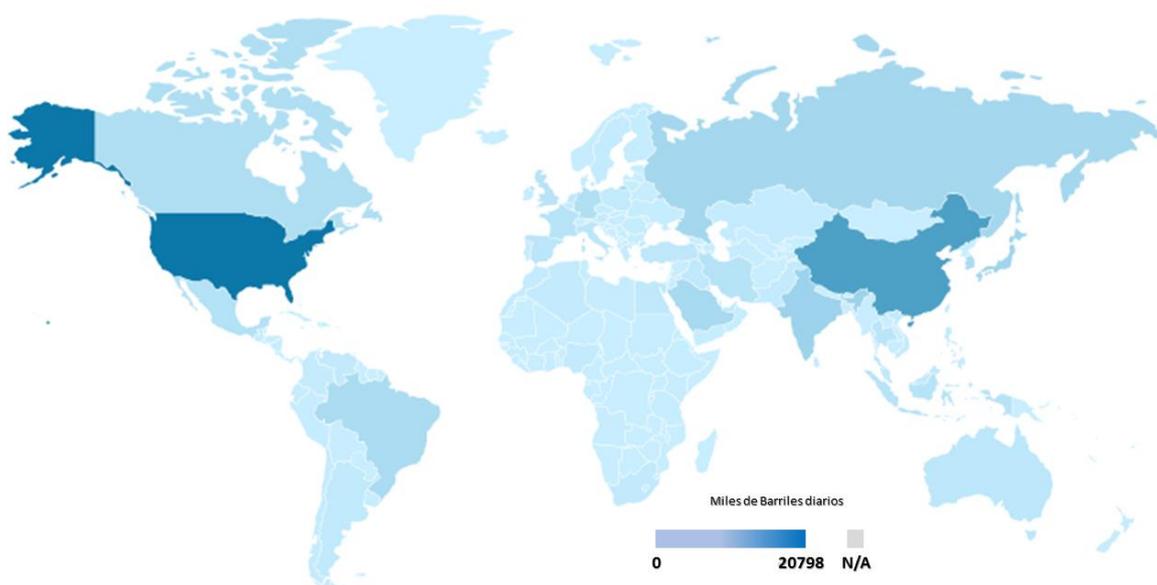


Fuente: Sitio EIA – US Energy Information Administration

Estados Unidos es uno de los mayores productores de energía de petróleo, tal como se indicó anteriormente, y a su vez, uno de los mayores consumidores. Su papel como productor se ha visto reforzado en los últimos años gracias al efecto del fracking, que permite extraer petróleo y gas natural de zonas antes inaccesibles y muy costosas de operar. (Gómez Jiménez & Sanz Oliva, 2019). En la figura 2.2.5 se puede apreciar mediante un mapa de calor los países con mayor consumo. Luego de Estados Unidos y China, India Japón y Rusia continúan la lista respectivamente.



Figura 2.2.5 - Mayores consumidores por barril de crudo a nivel mundial al 2018



Fuente: Sitio EIA – US Energy Information Administration

2.3 Energías emergentes

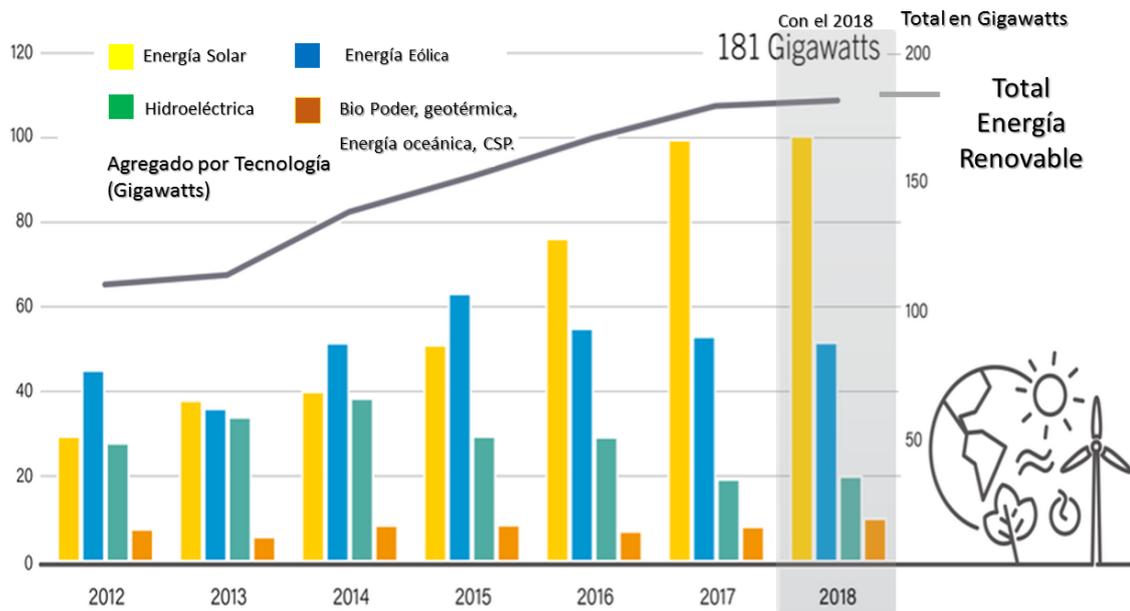
El consumo mundial de petróleo y gas natural aumentó en 2018, y el gas natural particularmente creció a un ritmo más rápido desde 2010 (4,6%) debido al aumento de la demanda y la sustitución del carbón. La demanda mundial de petróleo aumentó 1.3% a pesar de los precios más altos que en 2017, siendo Estados Unidos el mayor consumidor debido a la expansión de la demanda petroquímica, así como al aumento de la producción industrial y la demanda de camiones. China ocupó el segundo lugar, pero el crecimiento de la demanda de petróleo en el país se desaceleró a medida su desarrollo se hizo menos intensivo en petróleo, además de reducir el uso de vehículos para mejorar la calidad del aire urbano (REN21, 2019).

REN21 (2019) afirma que la energía renovable continuó su fuerte ritmo en 2018, habiéndose instalado 181 gigavatios, trasladando la capacidad instalada a más del 8%, figura 2.3.1. Después de años de crecimiento constante, se estabilizó, y la capacidad global de energía renovable global totalizó aproximadamente 2378 gigavatios a finales de ese año. El autor indica que cada año se genera más electricidad a partir de energías renovables con respecto a años anteriores. Haciendo foco en el orden de magnitudes con respecto a la idea

anterior, la energía hidroeléctrica representó alrededor del 60% de la producción de electricidad renovable en 2018, seguida de la energía eólica (21%), la energía solar fotovoltaica (9%) y la bioenergía (8%).

Figura 2.3.1 - Capacidad Anual de energía renovable al 2018

Suma anual de las capacidad de energías renovables, por Tecnología y Total, 2012-2018



Fuente: Sitio REN21 - https://www.ren21.net/gsr-2019/chapters/chapter_01/chapter_01/

Algunos autores dan un marco conceptual de los tipos de fuentes de energía renovables existentes y sus alcances.

Para el caso de la energía hidroeléctrica, Nuñez (2019) da por sentado que es la fuente de energía renovable más grande del mundo. China, Brasil, Canadá, Estados Unidos y Rusia encabezan la lista de los principales productores. Como contra a este tipo de energía, se alerta acerca de la alteración de ecosistemas de los ríos y las comunidades circundantes dañando la vida silvestre y desplazando a los residentes, producto de la implantación de grandes represas. Continúa afirmando que los proyectos de energía marina actualmente generan un estimado de 500 megavatios de potencia, menos del uno por ciento de todas las energías renovables, pero el potencial es mucho mayor.



Las turbinas eólicas generadoras de electricidad están en proceso de proliferación por todo el mundo. China, Estados Unidos y Alemania son los principales productores de energía eólica. Desde 2001 hasta 2017, la capacidad eólica acumulada en todo el mundo aumentó a más de 539000 megavatios, casi 22 veces más. Junto con los de tierra, los proyectos en alta mar también están emergiendo, como es el caso de Reino Unido y Alemania. Por otro lado, la autora afirma que la energía solar está cambiando los mercados de energía en todo el mundo. En la década de 2007 y 2017, la capacidad total de energía instalada en el mundo a partir de paneles fotovoltaicos aumentó un enorme 4300 por ciento. China, Japón y Estados Unidos lideran esta transformación y su uso se da en todo el mundo principalmente para agua caliente, calefacción y refrigeración (Núñez , 2019).

La energía de biomasa es otra fuente que se suma con las anteriores. Otros autores indican al respecto que la energía de biomasa ha captado la atención mundial en los últimos años y es un recurso renovable que se puede transformar en tres fases de combustible: gas, líquido y sólido. Afirmando además que actualmente ocupa una posición importante en el sistema energético y por tanto el desarrollo y la utilización de la energía de la biomasa puede ayudar a cambiar los modos de producción y consumo de energía y establecer un sistema de energía sostenible que pueda promover efectivamente el desarrollo de la economía nacional (Mao, Huang, Chen, & Wang, 2018).

Otro autor describe la energía geotérmica, terminológicamente proviene de las palabras griegas geo (tierra) y therme (calor), el calor se produce continuamente dentro de la tierra por lo que es renovable. Las personas utilizan el calor geotérmico para bañarse, calentar edificios y generar electricidad (U.S. Energy Information Administration, 2018).

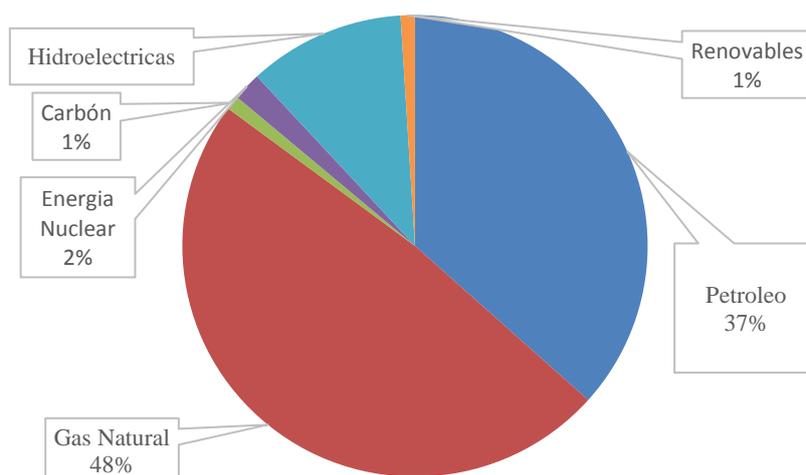
2.4 Situación Argentina

Según la matriz energética presentada en la figura 2.4.1 por YPF S.A. (2014), el 90% de los objetos que utilizamos a diario se fabrican con productos provenientes del petróleo. El petróleo también es necesario para elaborar botellas, bolsas, celulares, relojes, ropa, pintura, detergentes, fertilizantes, pasta de dientes y crema de enjuague entre otros. Continuando con datos de la gráfica, se estima para el 2040 las energías renovables ocuparán casi el 15% de



la matriz energética mundial. Mientras que la energía proveniente de combustibles fósiles seguirá ocupando un alto porcentaje, más del 80%.

Figura 2.4.1 - Matriz de Energía en Argentina al año 2014



Fuente: Elaboración propia basado en Sitio Desafío Vaca Muerta – YPF
<https://www.ypf.com/desafiovacamuerta/Paginas/index.html>

El precio de venta referencial del petróleo proviene de las bolsas de valores, en barriles. Esto sucede en los cinco continentes todo el tiempo y provoca que el precio de este fluctúe, como ya hemos visto en la sección 2.2. El petróleo es un bien escaso con muchos compradores y pocos vendedores, generando que los vendedores impongan las condiciones de negociación. El precio del petróleo está determinado por su calidad y por dos marcadores, el WTI ⁶ y el BFOE, ⁷ otro indicado es el OPEP ⁸. El WTI tiene un mayor precio que el BFOE por tener menos sulfuro y otros minerales. Existe factores que pueden variar esto último, tales como, las condiciones del mercado europeo, distancia de transporte entre los lugares de producción en el Mar del Norte y la competencia árabe-rusa. En la bolsa se negocian “commodities” (materia prima) (Martinez , 2015).

De acuerdo con su plan estratégico, la empresa argentina YPF invertirá entre u\$s 4.000 millones y u\$s 5.000 millones anuales entre 2019 y 2023. De esos montos, u\$s 3.400 millones se destinarán para la producción de petróleo y gas, enfocados en Vaca Muerta, la

⁶ West Texas Intermediate.

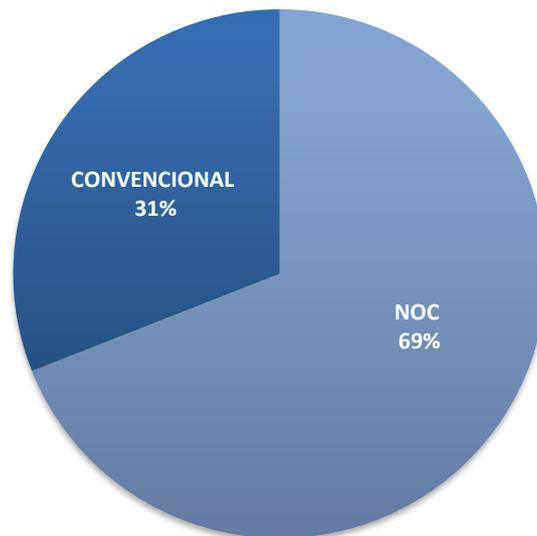
⁷ Brent del Mar del Norte.

⁸ Organización de Países Exportadores de Petróleo.



formación no convencional en la Cuenca Neuquina. El 69% de la cartera de hidrocarburos de YPF en 2023 será no convencional y el 31%, convencional, figura 2.4.2 (Iprofesional, 2018).

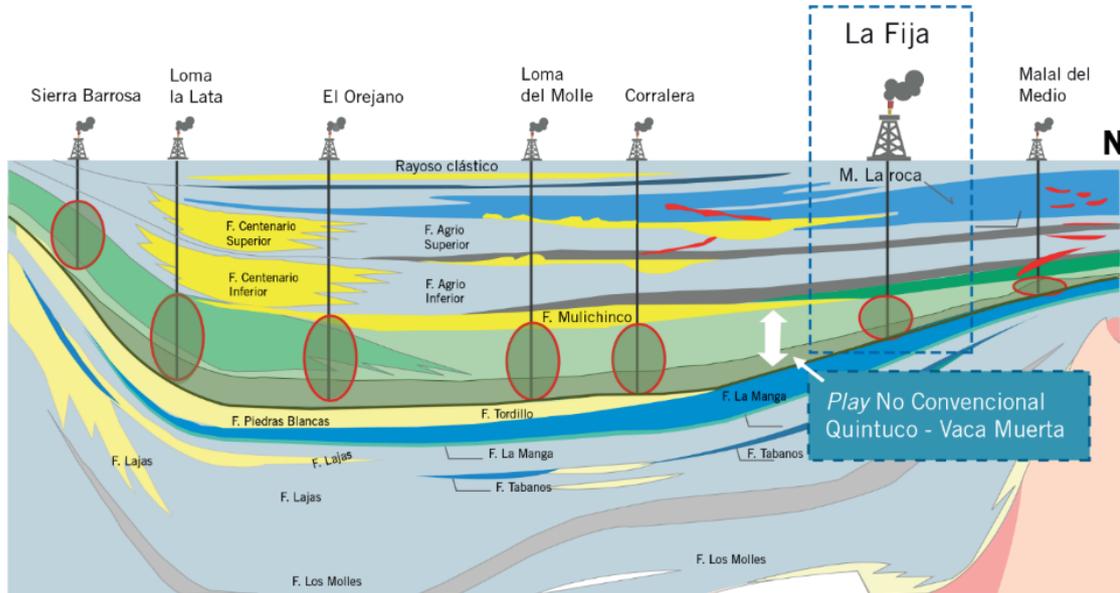
Figura 2.4.2 – Proyección de distribución de cartera de hidrocarburos de Argentina para el 2023



Fuente: Elaboración propia

El ministerio de Hacienda de la Nación provee información acerca de Vaca Muerta indicando que no es un yacimiento, es una formación sedimentaria depositada en un mar de edad jurásica, en la Cuenca Neuquina. Fue denominada con ese curioso nombre en 1931 por el estadounidense Charles Edwin Weaver (1880-1958), doctor en Geología y Paleontología. La formación Vaca Muerta mantiene sus características litológicas de rocas sedimentarias (margas bituminosas) desde la sierra del mismo nombre, hasta acuñarse lateralmente en el subsuelo, aproximadamente en el centro de la cuenca y al sudeste de Catriel. En la figura 2.4.3 se puede apreciar su gran extensión de subsuelo, donde es factible desarrollar la técnica de extracción de *shale gas* y *shale oil* (Ministerio de Hacienda, s.f.).

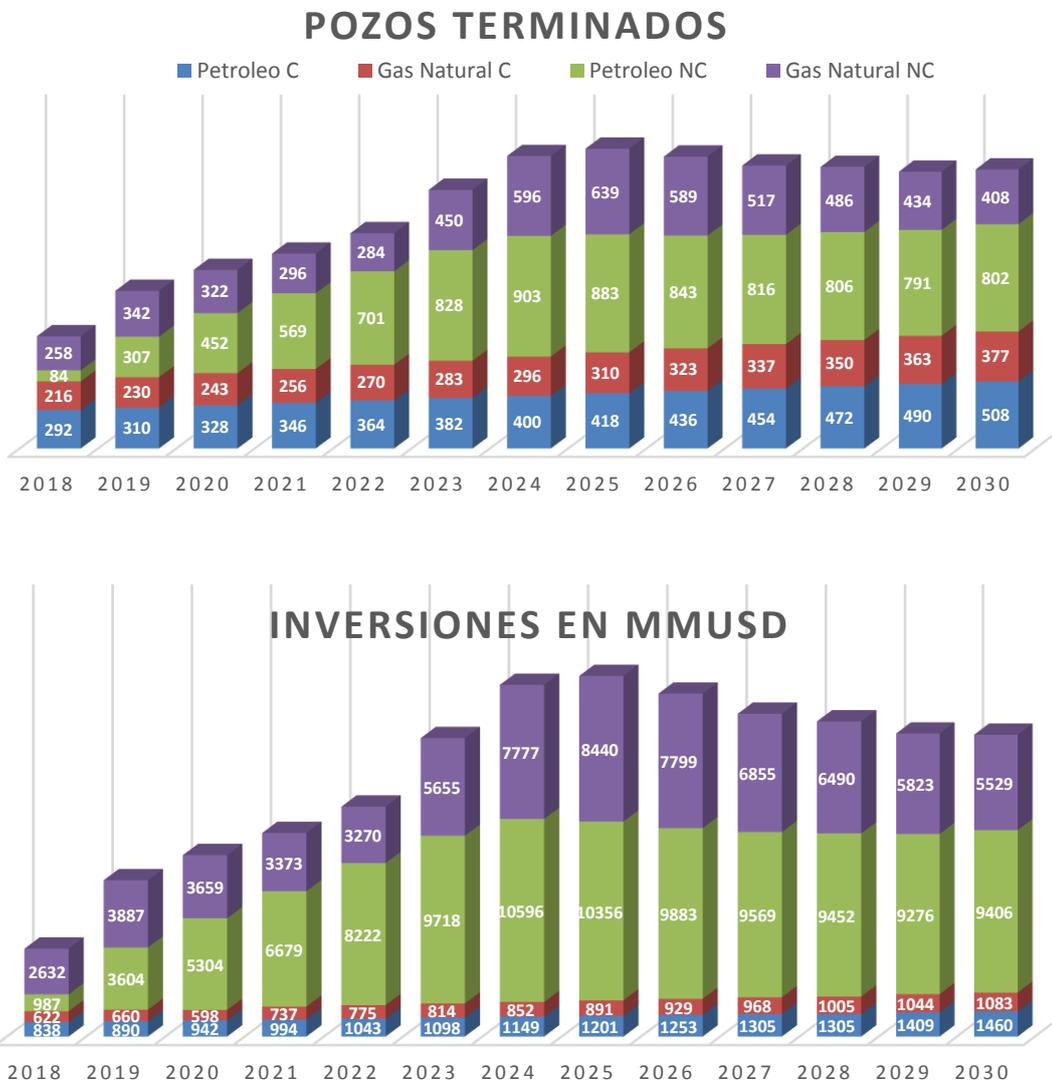
Figura 2.4.3 - Sección Sedimentaria de Vaca Muerta



Fuente: Ministro de Hacienda de la Nación – Secretaria de Gobierno de Energía
<https://www.argentina.gob.ar/vaca-muerta/historia>

La Secretaria de Planeamiento Energético por su parte proyecta un incremento favorable para el país en lo que refiere a Vaca Muerta. La figura 2.4.4 muestra que tanto el gas como el petróleo no convencional tiene un mayor volumen en comparación al hidrocarburo convencional del mismo tipo. Otro dato significativo, es que para el año 2025 se prevé el pico de inversiones para el segmento no convencional establecido en casi 21 mil millones de dólares.

Figura 2.4.4 – Proyecciones para el sector Vaca Muerta



Fuente: Elaboración propia en base a gráficos de la Secretaria de Planeamiento <https://www.argentina.gob.ar>

2.5 Tendencia Tecnológica en la industria

Para Rabinarayan Mishra (2019), las compañías orientadas al petróleo y gas se enfrentan a un cambio generalizado de crecimiento que les demandará actuar bajo cuatro estrategias específicas. La primera, el surgimiento de la estrategia "*Cloud-First*" moviendo sus plataformas tecnológicas a la nube, donde los nuevos proyectos de carga de trabajo e innovación se adaptarán principalmente en la nube, permitiendo a IT la gestión de la infraestructura, la interfaz de datos con los sistemas heredados y la gestión de la seguridad.



La segunda, la operacionalización de representaciones digitales de activos físicos, en donde los APM⁹ y "gemelo digital"¹⁰ están destinados a converger. El autor marca que esto se dará a medida que la gestión de activos se enfoque en el riesgo y la confiabilidad lanzando programas e iniciativas a largo plazo, para obtener, ingerir, administrar e interpretar los datos operativos de los activos y los KPI¹¹ de rendimiento en tiempo real, abarcando la visualización de la superficie hasta la perforación de pozos, el monitoreo de los activos de campo de producción, control de corrosión de tuberías y más. Remarca además que las tecnologías de realidad aumentada están jugando un papel importante junto con las herramientas y aplicaciones APM, y las soluciones de seguimiento de los activos en tiempo real se están volviendo algo cada vez más común. La tercera, específica mayor adopción de dispositivos IoT y "computación de borde"¹², para Mishra los campos petrolíferos continuarán en su adopción de sensores sofisticados, con una gran proporción de los datos resultantes recolectados de dispositivos de computación de borde y administrados por sistemas centrales de datos. Se crearán nuevos protocolos de interoperabilidad e interfaces para permitir que los datos de los sistemas *legacy* se compartan e interactúen con las plataformas IoT. Mishra visualiza a IT desempeñando un papel cada vez más importante en la gestión de la conectividad de dispositivos, el procesamiento de datos y aplicaciones, tanto en las plataformas IoT de borde como en la nube, junto con inevitables interacciones bidireccionales contra otros sistemas de IT y OT. Como cuarta y última estrategia, el autor habla del enfoque renovado holístico en datos y tecnologías de datos. Hoy en día, la analítica empresarial y los sistemas de IA¹³ están escalando rápidamente, con una mayor disponibilidad de datos históricos para el entrenamiento y prueba de modelos, previendo que los activos se desplegarán con capacidades de autodiagnóstico y resiliencia. Las decisiones de mantenimiento de activos serán tomadas por *bots*¹⁴ y operadores de IA con mínima intervención humana. Continúa afirmando que todos estos desarrollos y tendencias

⁹ Gestores de rendimiento de activos

¹⁰ Modelo virtual de un producto, de un proceso o de un servicio.

¹¹ Indicador clave o medidor de desempeño o indicador clave de rendimiento.

¹² Red de maya de microcentros de datos que procesan o almacenan datos críticos localmente y empujan todos los datos recibidos a un centro de datos central o repositorio de almacenamiento en la nube, en una superficie de menos de 100 pies cuadrados.

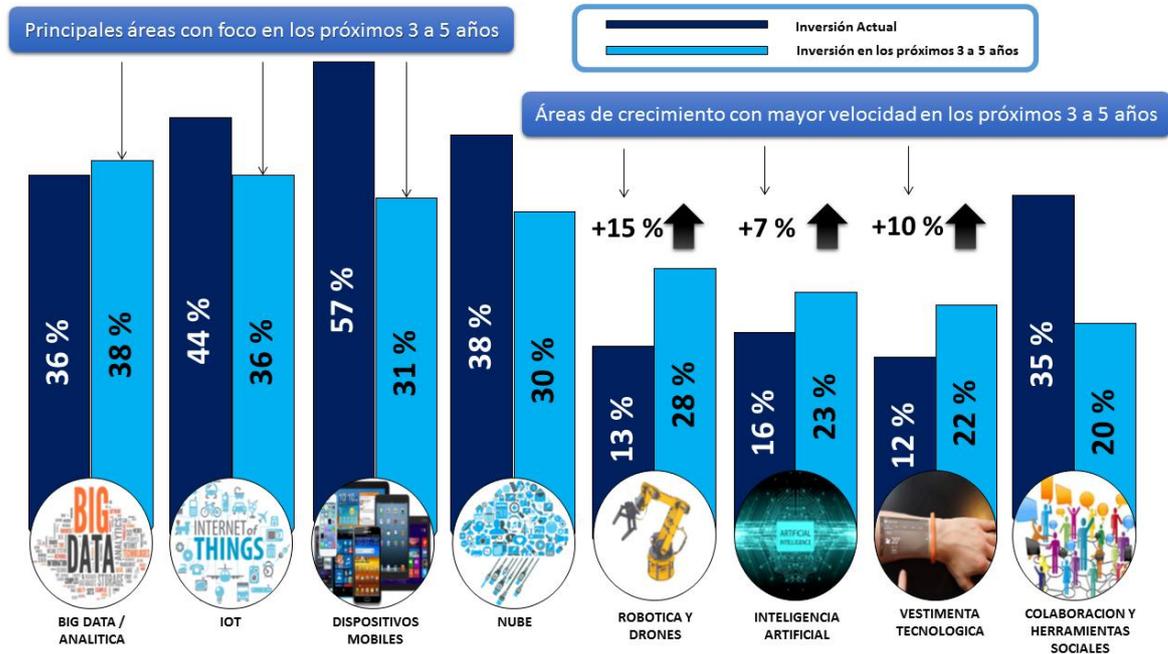
¹³ Sigla correspondiente a Inteligencia Artificial.

¹⁴ Aféresis de robot

conducirán a una multiplicidad de desafíos para las compañías que buscan administrar un panorama de datos cada vez más complejo, e IT puede desempeñar un papel importante al aportar nuevas innovaciones en torno a la disciplina de datos. Finalmente, hace hincapié en dos puntos, indicando que las aplicaciones con tecnología blockchain ganarán impulso en las compañías de petróleo y gas (especialmente en cadena de suministro, logística, comercio, empresas conjuntas y contabilidad de producción) y el mandato del gobierno de datos al mando de IT.

La figura 2.5.1 proyecta las inversiones tecnológicas a realizar en los próximos tres a cinco años frente a la transformación digital, en la industria del petróleo y el gas. Por cierto, algunas de ellas ya se encuentran en curso y superan las tendencias futuras. Se ve como la inteligencia artificial, la robótica y la vestimenta tecnológica tendrá un aumento con respecto a los valores actuales.

Figura 2.5.1 Inversiones en tecnologías digitales



Fuente: Elaboración propia basada en el sitio <https://www.oilandgasmiddleeast.com>

Resumen Capítulo II:

El presente capítulo abarcó aspectos macros a considerar, tales como el aumento poblacional, el mapa hidrocarburífero mundial, los principales jugadores en este aspecto y



las proyecciones futuras de la demanda energética. La longevidad poblacional en los próximos treinta años aumentará e impactará directamente en el consumo de energía. Las energías renovables están en constante crecimiento, aunque por el momento no tiene el grado de madurez necesario en la mayoría de los países, aunque se están realizando proyectos importantes al respecto. En relación con el mercado hidrocarbúfero fósiles, este último no se verá afectado ya que se pronostica una continuidad de su consumo por muchos años más.

La hegemonía china, ha ajustado el precio global del crudo a niveles nunca vistos. Al detener su crecimiento, provocó que dicha demanda de hidrocarburos sea menor y tenga impacto en los países productores y exportadores. Venezuela y Arabia Saudita, son los mayores tenedores de reservas probadas de petróleo en el mundo respectivamente, en tanto, Estados Unidos y Arabia Saudita son los mayores productores mundiales de líquidos de petróleo. Estados Unidos ha aumentado significativamente en los últimos diez años su producción, impulsada principalmente por la explotación de recursos no convencionales, pasando a ser uno de los mayores productores de energía de petróleo, y a su vez, uno de los mayores consumidores. En este sentido, para un plazo de cinco años a futuro, Argentina contará con una cartera de hidrocarburos no convencional alrededor del setenta por ciento del total, lo que complejizará todas las operaciones de *Upstream*. Es muy probable que la práctica del *fracking* sea más usual a medida que transcurran los años. Esto significará la extracción de petróleo y gas en zonas inaccesibles y muy costosas de operar. Se proyecta un incremento favorable para el país en lo que refiere a Vaca Muerta, estimando para el año 2025 un pico de inversiones para el segmento no convencional establecido en casi veintiún mil millones de dólares.

Bajo este desafío futuro como país, la convergencia de tecnológica será punto clave para afrontar este nuevo escenario energético y entregará valor a la operación y al negocio. Esto se traduce en continuidad de operación, resiliencia, detección de fallas, predictibilidad, y toma de decisión basada en datos entre otros. Según el presente trabajo, la transformación digital del petróleo y el gas en la próxima década irán de la mano con las inversiones tecnológicas, es por ello necesario alinear estratégicamente IT y OT.



CAPITULO III – ANALISIS SITUACIONAL

3.1 Introducción

Desde el punto de vista de la integración de tecnologías, en este capítulo se tratará las alineaciones y obstáculos micro, mezzo y macro para Argentina en los próximos cinco años.

Política gubernamental, situación cultural, economía, medio ambiente y distribución demográfica serán tomados como ejes para el análisis macro. Las decisiones gubernamentales de los últimos años servirán como marco de referencia para estimar los niveles de competitividad actuales y futuros.

El nivel mezzo será desarrollado mediante un análisis intermedio en torno a la industria de la exploración y producción de petróleo y gas. Esto involucra estructura y evolución de los sectores, regiones y grupos alcanzados, junto con la capacidad de interacción entre agentes privados, públicos e intermediarios.

Desempeño de las personas físicas en los sectores productivos bajo el paraguas del liderazgo tecnológico, gestión de talento, y gestión del conocimiento dentro del contexto educativo, científico y de investigación, darán el marco adecuado para el estudio a nivel micro.

La convergencia tecnológica provocará cambios que impactarán en todos estos ámbitos de la vida de los seres humanos. Junto con las energías renovables, las comunicaciones, la creciente demanda digital serán los pilares fundamentales de esta inercia que ya se ha puesto en marcha y que vino para configurar el escenario actual y de los próximos años. Por tanto, este capítulo fue desarrollado con el fin de exponer estos artilugios desde la unidad mínima de análisis, los agentes individuales, su desempeño y como esto se verá reflejado finalmente a nivel país.

La proyección futura en cuanto al potencial actual de Argentina será tomada como base como posible escenario a cinco años según distintas fuentes bibliográficas.



3.2 Nivel Macro

La referencia macro incluye variables integrales dentro del contexto país. Las decisiones gubernamentales en materia política, económica, estratégica y medio ambiental que se vienen desarrollando están delineando el camino hacia la Argentina del mañana.

Como introducción al respecto, el Informe 2016 del Foro Económico Mundial, figura 3.2.1, indica que Argentina continúa su trayectoria ascendente ubicándose en el puesto 89. Los entornos normativos y de innovación débiles, aunque mejorados, parecen ser los dos mayores cuellos de botella que impiden aumentar las ganancias en tecnologías digitales.

Figura 3.2.1 – Información Global de Argentina

▼ Expandir todos los pilares	Información	Rango / 139	Puntuación	Tendencia	Distancia desde el mejor
Índice de preparación en red 1-7 (mejor)		89	3.8		
Subíndice A: Subíndice del entorno 1-7 (mejor)		124	3,3		
1er pilar: entorno político y normativo 1-7 (mejor)		127	3.0		
2º pilar: Entorno empresarial e innovador 1-7 (mejor)		115	3.6		
Subíndice B: Subíndice de preparación 1-7 (mejor)		78	4.7		
3er pilar: Infraestructura y contenido digital 1-7 (mejor)		66	4.3 4.3		
4to pilar: Asequibilidad 1-7 (mejor)		-	-		
5to pilar: Habilidades 1-7 (mejor)		71	5.0		
Subíndice C: Subíndice de uso 1-7 (mejor)		73	3.8		
Sexto pilar: uso individual 1-7 (mejor)		53	4.9		
Séptimo pilar: uso comercial 1-7 (mejor)		103	3.4		
8º pilar: uso del gobierno 1-7 (mejor)		111	3,3		
Subíndice D: Subíndice de impacto 1-7 (mejor)		92	3.4		
Noveno pilar: Impactos económicos 1-7 (mejor)		87	3.0		
Décimo pilar: Impactos sociales 1-7 (mejor)		88	3.7		

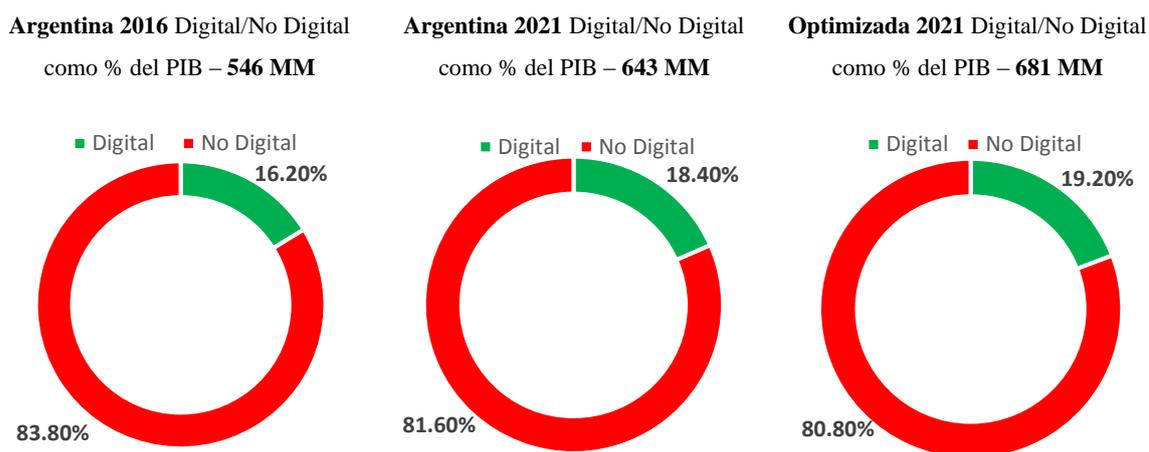
Fuente: Sitio World Economic Forum - <http://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2016/economies/#indexId=NRI&economy=ARG>



3.2.1 Economía

Estados Unidos es hoy en día la economía más digital del mundo, representando actualmente el 34% de su PBI y se estima que en 2021 se incremente hasta el 36%, según Accenture y Oxford Economics. Al igual que otros países de América Latina, Argentina tiene aún un gran potencial por explotar. En Brasil, la contribución de la inversión TIC al PBI es netamente superior a la observada en Argentina, la economía digital alcanza actualmente el 21.7% y se espera que supere el 24.5% en el 2021. En el caso de Argentina se estima que, si se dirigiese la inversión en mayor medida hacia las tecnologías digitales, es decir, aumentando el stock de capital TIC, se conseguiría el mayor efecto multiplicador de la economía digital sobre el PBI. Con un uso óptimo de las tres palancas se podría dar un impulso al crecimiento y aportar USD 38 mil millones adicionales a la economía del país. De este modo, y tal como se puede apreciar en la figura 3.2.1.1, en el 2021 el PIB argentino podría alcanzar USD 681 mil millones (escenario optimizado) en vez de USD 643 mil millones (escenario base). En términos de crecimiento, la optimización sumaría 1.2% adicionales por año, por encima del 3.2% proyectado. He aquí un efecto multiplicador nada despreciable, que elevaría la tasa de crecimiento del país al 4.4% anual (Accenture, 2017).

Figura 3.2.1.1 – Estimación de la evolución digital Argentina

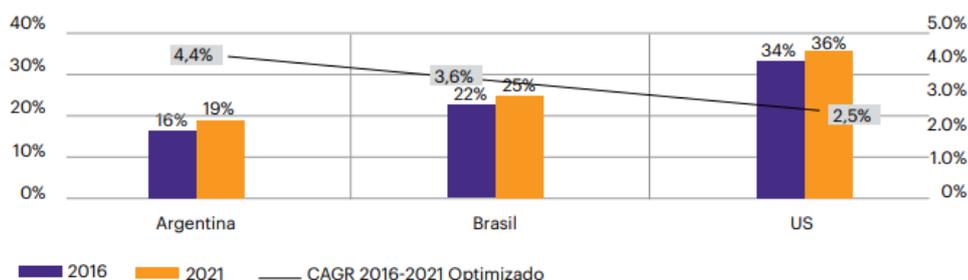


Fuente: Extraído de sitio de Accenture Digital



La figura 3.2.1.2 muestra el porcentaje del PBI que es de origen digital en Argentina, Brasil y el país que encabeza la clasificación, Estados Unidos. En las tres economías analizadas, el componente digital del producto bruto interior tiene potencial para crecer entre dos y tres puntos porcentuales en los próximos cinco años. En comparación, la contribución de la economía digital es menor en Argentina, donde apenas supera el 16% (año 2016), y se estima, según el autor, que el potencial de crecimiento del país será más alto que los demás, alcanzando un CAGR ¹⁵ de 4.4% para el período 2016-2021, bajo el supuesto de optimización de sus capacidades digitales (Accenture, 2017).

Figura 3.2.1.2 – Contribución del PBI Digital y CAGR 2016-2021 Optimizado



Fuente: Extraído de sitio de Accenture Digital

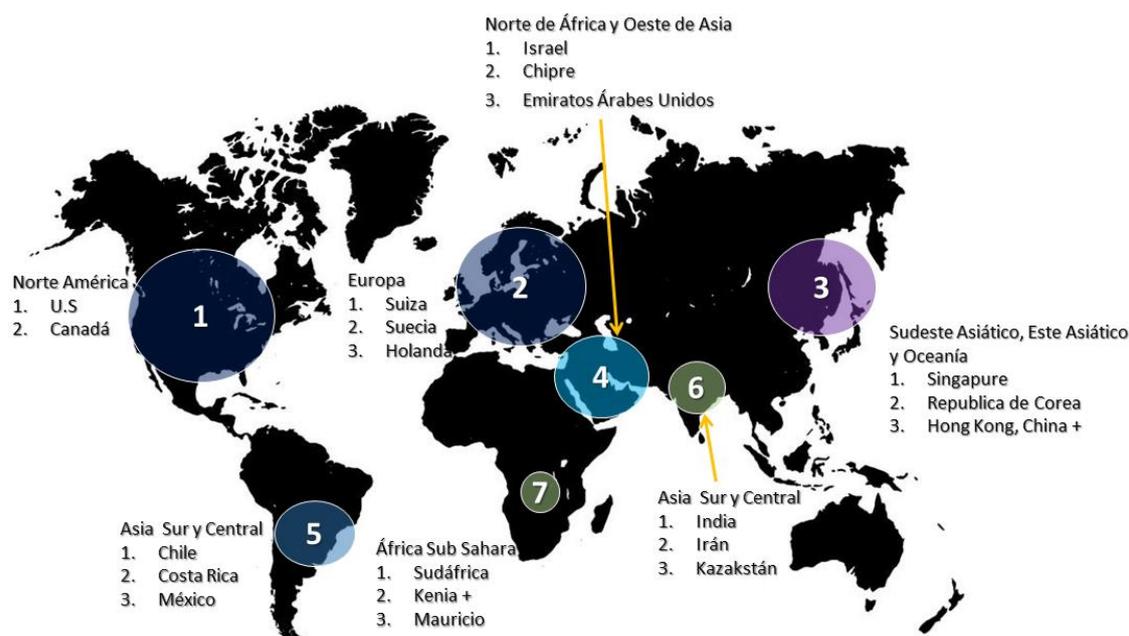
Complementando esta idea, el autor indica que existe una clara relación entre los componentes digitales (talento, tecnologías y aceleradores) y la productividad total de los factores (Accenture, 2017).

Según el informe de índice de innovación global del 2019 de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, el aumento en la productividad será una de las formas más efectivas para evitar que el crecimiento mundial se desacelere prematuramente. Desde una perspectiva de innovación, existen dos posibles cuellos de botella: una disminución en el nivel y la velocidad de la innovación, posiblemente debido a las bajas inversiones en investigación y desarrollo junto con la adopción desigual de la innovación en la economía y el mundo en general. Marca también que la innovación revolucionaria relacionada con las tecnologías digitales, la automatización, el procesamiento de datos y la inteligencia artificial

¹⁵ Tasa de crecimiento anual compuesto.

están proliferando, algunos temen que su impacto en el crecimiento de la productividad a mediano plazo sea moderado. La figura 3.2.1.3 indica la distribución a nivel global de las economías más innovadoras, en donde Argentina se posiciona en el puesto 75, por debajo de varios países de similares características. Las empresas no parecen participar en actividades innovadoras procesos, productos y soluciones de manera uniforme, lo que lleva a un lento crecimiento de la productividad. Las brechas de conocimiento crecen a nivel mundial y es probable que una combinación de incertidumbres económicas y geopolíticas actuales son un posible elemento disuasorio para la inversión y la adopción de innovación con visión de futuro (Dutta, Lanvin, & Wunsch-Vincent, 2019).

Figura 3.2.1.3 – Economías innovadoras por Región



Fuente: Elaboración propia basado en el sitio https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2019.pdf

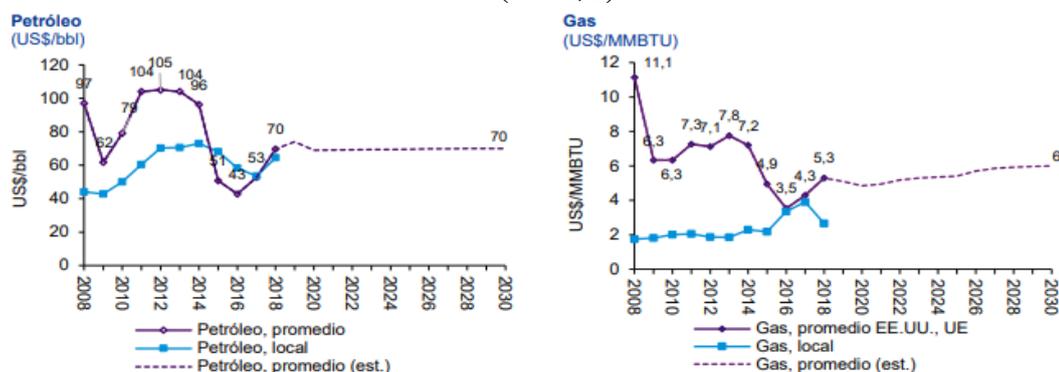
El foro económico mundial en su reporte de competitividad global del 2018 indica que a nivel global Argentina ocupa el puesto 81 con un puntaje a nivel competitividad general de 57.5 puntos, y el puesto 11 entre las economías de América Latina y el Caribe. El puntaje general de Argentina se debe principalmente al capital humano en los pilares de la Salud y Habilidades. Argentina también obtiene su puntaje más alto en el pilar de tamaño



del mercado (10) en el que ocupa el puesto 34 en general y el tercero en la región con un puntaje de 68.8. Una alta tasa de inflación en 2017 ha tenido un efecto negativo en el pilar de estabilidad macroeconómica. El aumento sobre el peso en 2018 agregó presión sobre la inflación y la deuda pública, lo que socavó los esfuerzos del gobierno para impulsar la competitividad argentina, indica dicho reporte (Schwab, 2018).

En los dos últimos años, según figura 3.2.1.4, los precios medios locales han seguido un comportamiento diferencial respecto a sus pares internacionales, el precio promedio del petróleo marcó un sendero estable que lo llevó de US\$/bbl 43 (costo en dólares por barril) en 2016 y US\$/bbl 53 en 2017 a superar los US\$/bbl 70 en 2018. En materia de precios internos, la evolución ha seguido dos premisas importantes. En primer lugar, el comportamiento de los precios externos resulta decisivo en la determinación de la tendencia que deben seguir los precios del gas y el petróleo puertas adentro. Por otro lado, la búsqueda constante del país por volver a producir hidrocarburos a niveles que permitan liberarlo de la dependencia de las importaciones de gas y energía eléctrica de los últimos años, saneando su cuenta comercial energética y devolviéndolo paulatinamente al autoabastecimiento, lo han llevado al diseño de políticas de fomento a la inversión, más aún luego del descubrimiento de cuantiosos yacimientos de hidrocarburos no convencionales, principalmente en la formación de Vaca Muerta en la provincia de Neuquén, y que de manera gradual comienzan a ponderar significativamente dentro de la oferta local de hidrocarburos (KPMG, 2019).

Figura 3.2.1.4 – Precio promedio del hidrocarburo en la última década y proyección a 2030 (en U\$S)



Fuente: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ar/pdf/industria-de-oil-gas-tendencias-para-2019.pdf>



3.2.2 Cultura

Radici y Ortega (2018) señalan que más del setenta por ciento de los ejecutivos creen que la falta de personal capacitado es el desafío más relevante para alcanzar la industria 4.0 en la Argentina. El capital humano es una de las cuestiones más relevantes, porque la transformación requiere nuevas capacidades. En la lista de las carreras más demandadas en los próximos años está primer lugar las ingenierías y el desarrollo del proceso de producción, y la ciencia de datos en el segundo. También se demandan capacidades como la analítica avanzada y seguridad de datos, se necesita la parte dura, pero también un componente de gestión del cambio ya que modifica la forma de trabajar.

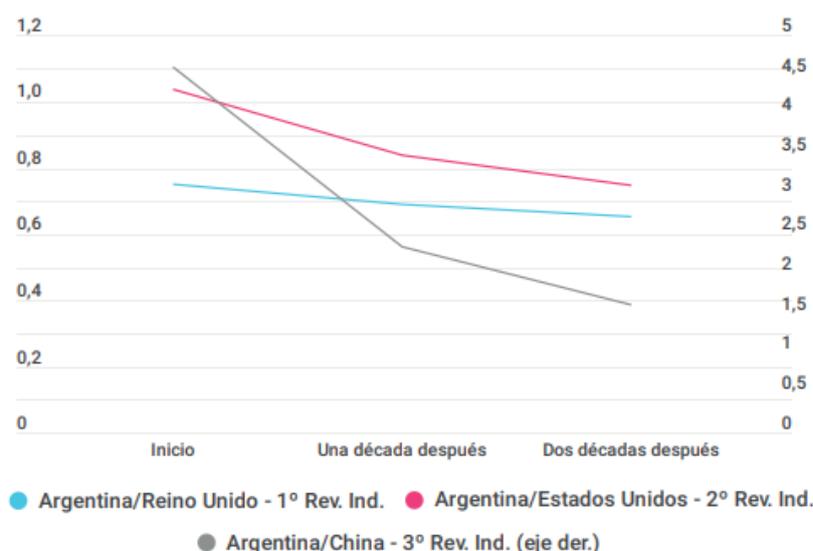
En países desarrollados, el Gobierno tomó un rol central en el diseño de la estrategia de implementación. En la Argentina el Gobierno está impulsando una agenda ambiciosa para potenciar la transformación productiva, es clave diseñar una estrategia de transformación a mediano y largo plazo junto con una hoja de ruta concreta. La adopción de nuevas tecnologías debe estar apoyada sobre los casos de negocio que sustenten y generen el compromiso interno hacia el cambio. La Argentina recién está empezando a recorrer este camino, que el mundo desarrollado ya recorrió o está haciendo, y sus organizaciones deberán ampliar y profundizar el conocimiento práctico sobre tecnologías digitales y sus casos de uso (Radici & Ortega, 2018).

Una transformación productiva implica entender cómo será la transformación que sufrirán las estructuras productivas de los países avanzados a raíz de los cambios tecnológicos. Esto implica tener la visibilidad de lo que está pasando en el mundo y cuál es el punto de partida de Argentina para diseñar un esquema de políticas públicas que permita romper la dualidad y avanzar hacia el desarrollo económico. En términos de condiciones laborales, el cambio tecnológico beneficia en una primera etapa al conjunto de firmas que lideran el proceso, hablamos de Google, Amazon, Facebook y Apple, sobre todo. La distribución del ingreso tiende a remunerar a las nuevas formas de capital en detrimento no sólo del capital tradicional sino también del factor trabajo. El cambio tecnológico también amenaza a otros aspectos de la relación laboral tradicional, como las prestaciones de seguridad social, la administración de los riesgos de trabajo y la duración y estabilidad de



los contratos. Las nuevas tecnologías pueden reducir ciertas brechas e inequidades existentes en los mercados de trabajo de grupos que se encuentran en desventaja, como las mujeres o los jóvenes, al conectar mercados y permitir atajos en el uso de tecnologías. Argentina tendió a ubicarse en el grupo de “perdedores”, según la figura 3.2.2.1. Las sucesivas revoluciones tecnológicas fueron períodos de rezago relativo para el país. Uno de los factores clave que explican esto es la incapacidad de buena parte de las empresas y los trabajadores para absorber completamente las nuevas tecnologías y traducirlas en ganancias de productividad (Albrieu & Rapetti, 2018).

Figura 3.2.2.1 – PBI per cápita de Argentina relativo al del país más dinámico en cada revolución industrial



Fuente: Extraído del Sitio <https://www.cippec.org/wp-content/uploads/2018/11/210-DPP-ADE-Robots-en-las-pampas-Rapetti-y-Albrieu-diciembre-2018-vf.pdf>

3.2.3 Política

Según Albrieu y Rapetti (2018), Argentina aún está a tiempo de adaptar sus políticas e instituciones a la Cuarta Revolución Industrial. El país requiere un plan de industria 4.0 con políticas de formación y, a la vez, protección social para aprovechar las nuevas tecnologías y potenciar su capacidad productiva. Un rasgo común de estos planes de política industrial es el objetivo de reorganizar la estructura para moverse a esquemas más integrados, flexibles, conectados y colaborativos. Para ello un punto crucial es la inversión



en innovaciones asociadas a la creación y adaptación de tecnologías digitales críticas para la reconversión del sistema productivo. En términos de políticas específicas para Argentina introduce el concepto de *policy-makers*, y esto representaría realizar un diagnóstico sobre el uso de las tecnologías asociadas a la cuarta revolución industrial por sector económico, tamaño de empresa, tipo de capital, etcétera. Promover la inversión en ciencia y técnica, con particular foco en el potenciamiento de los institutos tecnológicos asociados a la estructura productiva (INTA ¹⁶ e INTI ¹⁷). Facilitar la toma de riesgo del sector privado en proyectos asociados a tecnologías 4.0 a través de la promoción de vehículos financieros adecuados.

El autor continuo con la participación en la toma de riesgos de proyectos de avanzada, a través de un esquema de compras públicas que potencie a las *start-ups* innovadoras. Poner especial énfasis en los segmentos más rezagados del ecosistema empresarial, desde las Pyme hasta los sectores informales estos últimos de mayor tamaño en Argentina que en los países avanzados. Detectar allí las oportunidades de *leapfrogging* ¹⁸ que puedan hacer la diferencia. Acelerar la inversión en infraestructura digital básica. Introducir políticas de formación en conocimientos y habilidades específicas (Albrieu & Rapetti, 2018).

3.2.4 Medio Ambiente

Todas las jurisdicciones cuentan con normativa propia que regula el procedimiento que debe llevarse a cabo de manera previa a la realización de un proyecto, así lo indica el sitio de la secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la República Argentina. La Ley General del Ambiente determina dos enfoques y se puede visualizar en la figura 3.2.4.1. Uno de ellos es la política pública y tomando como base el artículo dos que define los objetivos de la política ambiental nacional y el artículo cinco que prescribe la obligación de los distintos niveles de gobierno de integrar en todas sus decisiones y actividades, previsiones de carácter ambiental, estableciendo como requisito en el proceso de toma de decisiones, la planificación y la articulación de los distintos órdenes. El restante enfoque, instrumento de gestión ambiental, toma al artículo 8 y establece el ordenamiento ambiental

¹⁶ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

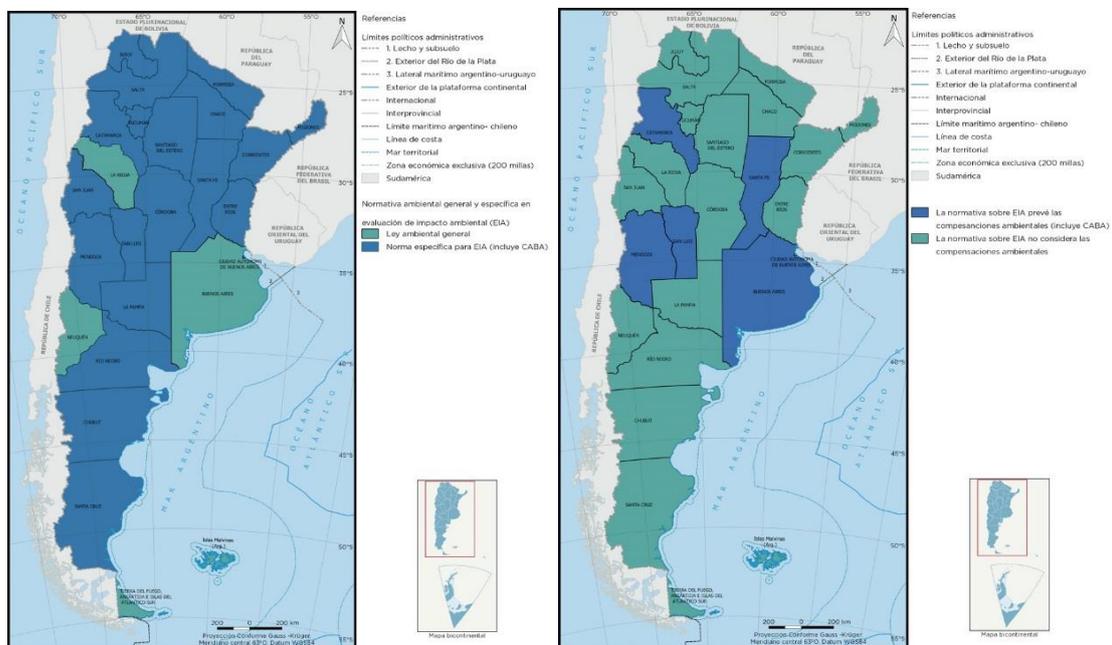
¹⁷ Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

¹⁸ De la palabra “salto” en el idioma inglés.

del territorio, la evaluación de impacto ambiental, el sistema de control sobre el desarrollo de las actividades antrópicas, el sistema de diagnóstico e información ambiental.

El análisis de los niveles de desarrollo productivo del país debe ser cotejado con los impactos sobre los recursos naturales, evaluados entre otros, en términos de efluentes líquidos, residuos y emisiones a la atmósfera. Esta información resulta clave para lograr una visión integral del desarrollo hacia la sustentabilidad. Un cuarto del potencial de impacto está ligado al sector de alimentos y bebidas. En segundo lugar, las actividades con mayor impacto ambiental son aquellas que exhiben una mayor complejidad de procesos y representan el 55 % de los impactos ambientales generados a nivel nacional por el sector industrial, entre las que se destacan el procesamiento de petróleo y gas, la industria química y plástica, la fabricación de metales, en particular acero y aluminio, y la industria automotriz, incluyendo autopartes, cierra La Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la República Argentina.

Figura 3.2.4.1 – Normativa ambiental general y específica en EIA. 2018



Fuente: Extraído de la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la República Argentina.
<http://informe.ambiente.gob.ar/>



3.2.5 Demografía

El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) argentino proyectó 44.494.502 habitantes, en una estructura de crecimiento que hacia 2040 desacelera su ritmo y tiende a mayor participación de adultos mayores dentro del conjunto, por acción, entre otros factores, del aumento de esperanza de vida, la reducción de la tasa de natalidad y el declive de mortalidad infantil.

3.3 Nivel Mezzo

A nivel mezzo, el caso argentino actual y futuro demandará un análisis de todas sus fuentes de generación de valor y mano de obra para el negocio del hidrocarburo, más precisamente del *Upstream* petrolero sobre un contexto digital, tal como se puede visualizar en la figura 3.3.1.

Según lo narrado en el párrafo anterior, para esto es de suma necesidad identificar los principales puntos intervinientes haciendo foco en la generación y transferencia de conocimiento ya sea a través de bases empíricas como académicas y científicas que tiene el país, panorama necesario para cubrir la demanda de las organizaciones de la industria. Instituciones educativas hoy establecidas, privadas o públicas, deberán suplir la demanda tecnológica de las organizaciones, particularmente en el desarrollo de sus operaciones de campo dentro del contexto digital. Sin dudas no deja de ser un desafío readaptar sus contenidos y metodologías de enseñanza bajo la formación académica adecuada para el mercado actual y del mañana.

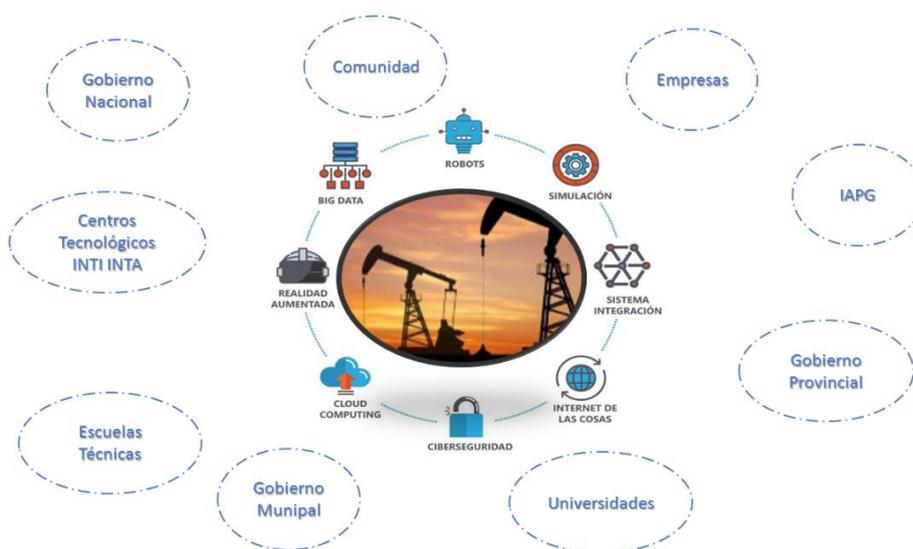
Lo analizado en un artículo del diario Infobae (2019) indica que la relación del mercado laboral y la propuesta educativa merece una reflexión obligada y una rápida lectura de las casas de estudios para ofrecer el abordaje correcto en las nuevas propuestas educativas, diseño curricular y cursos de formación en tecnología. Además, incluye una entrevista a Mauro Busso ¹⁹ el cual aporta un dato no menor, en conjunto con la Red Federal de Polos y *Clusters* de todo el país impulsaron un Plan Estratégico Federal 2018-2030 la cual abarca a

¹⁹ Director General de la Cámara de la Industria Argentina del *Software* (CESSI).



las Universidades que conforman la RedUNCI²⁰ adecuando sus planes de estudio para lograr que el *software* sea considerado una nueva disciplina, dando el puntapié a la generación de carreras universitarias y terciarias cortas del orden de las tecnicaturas para completar la diversidad de los perfiles profesionales que la industria requiere. Según esta nota, las carreras que incluyen desarrollo de software (ingeniería o licenciatura) son las más requeridas para las necesidades actuales del mercado, y parte de los datos de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Buenos Aires, hay un incremento de casi 200 inscriptos por año (2.521 para 2019) en la carrera ingeniería en Sistemas de Información. Por último, aclara que el Gobierno Nacional continúa con el Plan 111 Mil, que es un curso de programación que se ofrece dividido en módulos tales como programación, programación orientada a objetos, bases de datos y desarrollo de software. Conceptos como Internet de las Cosas, Inteligencia Artificial, Ciudades Inteligentes y Big Data constituyen el común denominador de un transitar social atravesado por la tecnología.

Figura 3.3.1 – Agentes de cambio necesarios para la industria 4.0



Fuente: Elaboración propia

Otra área potencial para los estudios a nivel meso es el contexto regional industrial. Existe la necesidad de centrarse en las regiones donde hay variaciones en las dotaciones

²⁰ Red de Universidades Nacionales de Carreras Informáticas.



económicas, sociales y tecnológicas y cómo esto afecta la transferencia de tecnología y abre oportunidades para estudios comparativos de regiones en diferentes tipos de empresas, tales como multinacionales, PYMES, empresas sin fines de lucro y organismos estatales y semiestatales de propiedad pública.

En la publicación del diario Perfil (2018), se hace una regionalización de las profesiones y sus vacantes. Indica que los ingenieros son los profesionales más requeridos en todo el territorio, junto con programadores y estudiantes de carreras vinculadas a sistemas y ciencias informáticas. Esta información la realizó el Ministerio de Educación argentino mediante un estudio con datos aportados por los CPRES,²¹ donde hay una participación de universidades nacionales y referentes educativos provinciales de siete regiones, desprendiéndose los siguientes datos. Para el Área Metropolitana, comprendida por la Ciudad de Buenos Aires y el Gran Buenos Aires, hay demanda en áreas como salud, educación, construcción y tecnología: se requieren, entre otros, profesores de enseñanza media y superior; enfermeros; ingenieros y técnicos vinculados a los recursos naturales y el medio ambiente, así como programadores y analistas de sistemas. En la región Centro –provincias de Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos–, donde más del 20% de los empleos del sector privado están vinculados a los campos de la producción, el diseño y las construcciones, se requieren más ingenieros y arquitectos, además de técnicos en todo lo referido a la generación de energía y los procesos industriales (de los que el porcentaje de títulos de carreras representan menos del 10% del total). También faltan profesionales dedicados al agro y los alimentos (más veterinarios, por ejemplo). En el norte del país –subdividido en las regiones Noroeste y Noreste–, el turismo y la gastronomía son dos de las áreas con mayor requerimiento de profesionales: mientras que casi el 10% del empleo registrado está vinculado a estas áreas, solo el 2% de las carreras ofrecidas pertenecen a estas. También se necesitan más veterinarios, enfermeros, programadores y perfiles vinculados a la informática, la comunicación y el software. Mientras que, en el Sur, los títulos vinculados a ganadería, pesca y agricultura son los que presentan mayor déficit.

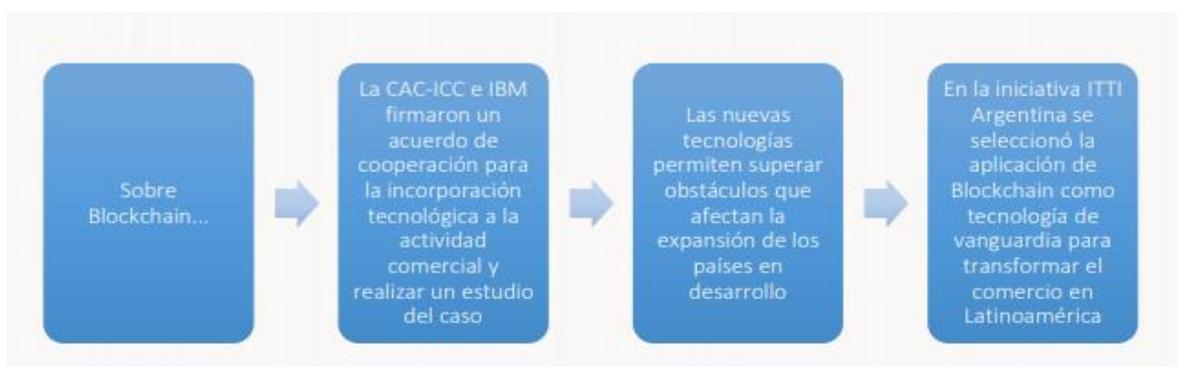
²¹ Consejos Regionales de Planificación de la Educación Superior



Según la Cámara Argentina de comercio y servicios (2019), el internet de las cosas, los vehículos autónomos y drones, la inteligencia artificial, la robótica, la trazabilidad digital, la impresión 3D, la realidad aumentada y *blockchain* aportarán un enfoque agudo y preciso, mediante el cual las tecnologías aumentarán su valor agregado para los consumidores, al ponderar esos beneficios frente a los costos y desempeñarán un papel clave a lo largo de 2025, al afectar a todas las áreas principales de la cadena de valor, véase figura 3.3.2. Además, indica que cinco de estas ocho tecnologías serán plenamente funcionales en el 2020, las empresas que toman la iniciativa en la próxima era comenzarán en este momento, si aún no lo han hecho, a implementar estrategias sobre la aplicación digital a sus cadenas de valor lo más rápido posible.

En línea con lo anterior, tal como se planificó en la Agenda Digital Argentina (Decreto 996/2018) se creó el Plan Nacional de Inteligencia Artificial que busca integrar sector público, sector privado y académico. Teniendo en cuenta los antecedentes internacionales y la experiencia de este tipo de planes en países como EEUU, Canadá, China, Francia, Japón y Corea del Sur se elaboraron ejes de trabajo. La inteligencia artificial es considerada como una de las revoluciones tecnológicas del siglo, su desarrollo e implementación tiene un impacto científico - tecnológico, socioeconómico, político y en la matriz productiva. Su desarrollo prevé un potencial altísimo para transformar la sociedad de manera positiva, pero sin una adecuada evaluación de los riesgos y acciones necesarias para mitigarlos, podría implicar una amenaza mayor (CAC, 2019).

Figura 3.3.2 – Uso y proyección de blockchain



Fuente: Extraído del sitio de la Cámara Argentina de comercio y servicios



3.4 Nivel Micro

Como ya se hizo mención en la sección 3.1, el presente análisis dará lugar al entendimiento de agentes individuales, comportamientos y acciones.

El eje de estudio focaliza la adaptabilidad de los agentes individuales frente el marco de los mercados del futuro, identificando tres puntos necesarios para esto, el liderazgo, la gestión del talento y la gestión del conocimiento. Descubrir perspectivas y prácticas del actor individual, sus comportamientos y las respectivas acciones de uso y transferencia relacionadas con la convergencia tecnológica. El análisis individual podría ampliarse para examinar como actuar ante lo desconocido o de lo que no se tiene experiencia, fijando nuevos estándares y procedimientos, inspirando nuevas conductas e inventando el futuro.

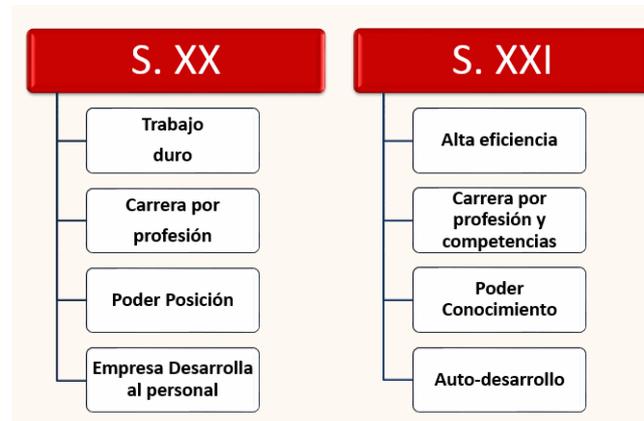
Los empleos que tienen una combinación de aptitudes más adaptadas y complementarias al mundo digital son aquellos que sufrirán el menor grado de automatización, así lo indica (Accenture, 2015).

En un extremo, dentro del grupo de las actividades automatizables por completo, están los empleos más rutinarios y de fuerza manual, para los cuales la complejidad de ejecución de tareas y la información a procesar es baja. En una escala del 0 al 1, donde cero es el menor grado de automatización y 1 es automatización completa, este tipo de ocupaciones reciben valores mayores a 0.7. Entre las actividades más difíciles de reemplazar por robots, con un puntaje inferior a 0.3, encontramos a los psicólogos y otros profesionales de la salud, así como también trabajadores sociales y de recursos humanos, los supervisores y los artistas (Accenture, 2015).

3.4.1 Liderazgo

Hoy día se considera como se llevan a cabo los esfuerzos y el nivel de calidad de los resultados obtenidos. Según la figura 3.4.1.1, los modelos tradicionales de análisis de puestos organizacionales se fijaron mucho en la cantidad de trabajo, la magnitud de los esfuerzos, el nivel educativo y la complejidad de las tareas.

Figura 3.4.1.1 Nuevo Paradigma Laboral



Fuente: Extraído de Taller de desarrollo de Competencias Gerenciales – Lic. Mónica Monetti.

En su pirámide de necesidades, Maslow ordena a la supervivencia como su nivel base, escalando a partir de allí a la autorrealización. En este orden, las empresas están cambiando su enfoque en cuanto a los individuos y su participación a los procesos creativos que hacen a la generación de talento y potencial.

Los *drivers* para el nuevo paradigma laboral tienen un enfoque totalmente dispar a lo que tradicionalmente se viene desarrollando.

Daniel Goleman en su documento “*Liderazgo que logra resultados*” (1998) indica una serie de estilos de liderazgos ya conocidos y usados, en total seis, de los cuales solo cuatro de ellos podrían ser utilizados con el fin de lograr un efecto consistente en el clima y los resultados de la empresa de hoy, hasta incluso puede existir una combinación de éstos en pos a la alta eficiencia, gestión de conocimiento, auto desarrollo y competitividad, que es básicamente lo que se espera a nivel mercado en las compañías de la actualidad y de los próximos años. **Véase Anexo I.**

Para hacer una ampliación del tipo de combinación de cualidades que podría surgir em base a los estilos de liderazgo que indica Goleman, dentro de un escenario de corto a largo plazo con un enfoque innovador, deberíamos incluir la motivación para transmitir responsabilidad y generar acción en los subordinados, ser inclusivo manteniendo la sinergia y cooperación, tener creatividad para generar nuevas ideas y trabajar con libertad, ser



potenciador para ayudar a las personas a desarrollarse, ser facilitador limitándose a la crítica y evitando los conflictos, por último, tener proactividad ya que los entornos del mañana serán VICA ²² lo que representará reaccionar ante posibles y continuos cambios sin salirse de la visión definida para el futuro de la compañía (Goleman, 1998).

3.4.2 - Gestión del Talento: Adquisición y retención

Según el estudio de Technology Vision (2017) , se esperan cambios vertiginosos en los esquemas de trabajo y funcionamiento de los mercados de talento actuales. Uno de cada dos empresarios argentinos coincide en que, durante los próximos cinco años, los trabajadores *freelance* serán considerados una extensión natural de la fuerza de trabajo, y aseguran que las organizaciones líderes del 2021 serán aquellas que combinen perfectamente sus fuerzas de trabajo internas y externas en una “empresa sin fronteras”.

El avance de Internet y la gran cantidad de usuarios con dispositivos móviles, junto con otros medios de IT facilitan el auge de nuevas formas de trabajo remoto, independientes y ágiles. Aunque esto será una fuente de impulso, una parte importante del tejido empresarial argentino se encuentra en un nivel de baja madurez respecto a la implantación de estas nuevas modalidades de trabajo ya sea por desconocimiento, regulaciones de su industria, o barreras culturales (Accenture, 2017).

Según cifras del informe de acceso y uso de tecnologías de la información y la comunicación proveniente del INDEC (2018), en la Argentina, 78 de cada 100 personas utilizan internet y 84 de cada 100 emplean teléfono celular. En términos de variación interanual, se registra un incremento en el uso de internet (3.4 puntos porcentuales más) y de teléfono celular (2.3 puntos porcentuales más); acompañados de un descenso en la utilización de computadora (2.2 puntos porcentuales menos) respecto del mismo período del año anterior.

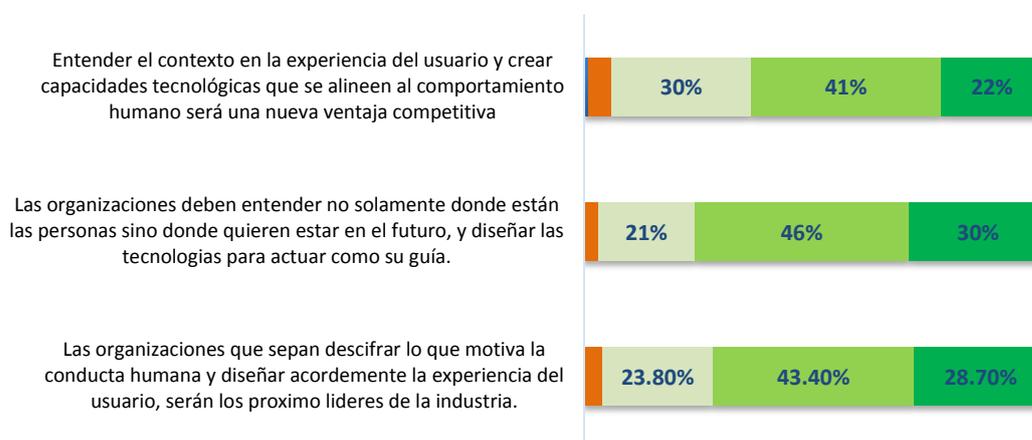
Según una encuesta realizada a 122 directivos de negocio e IT, figura 3.4.2.1, por Accenture dentro de una investigación caratulada “Las personas, eje central de la

²² Volátiles, Inciertos, Complejos y Ambiguos.



transformación digital en Argentina” (2017), se desprende que un 69% de los ejecutivos están de acuerdo con que en cinco años, las organizaciones líderes combinarán perfectamente sus fuerzas de trabajo internas y externas en una “empresa sin fronteras”. Las organizaciones que sean capaces de construir una fuerza laboral líquida ganarán la competencia por el talento, para el 64% de los líderes argentinos. Las empresas que sepan integrar una fuerza de trabajo líquida en su modelo de negocio obtendrán una ventaja competitiva, según indica el 70% de los dirigentes.

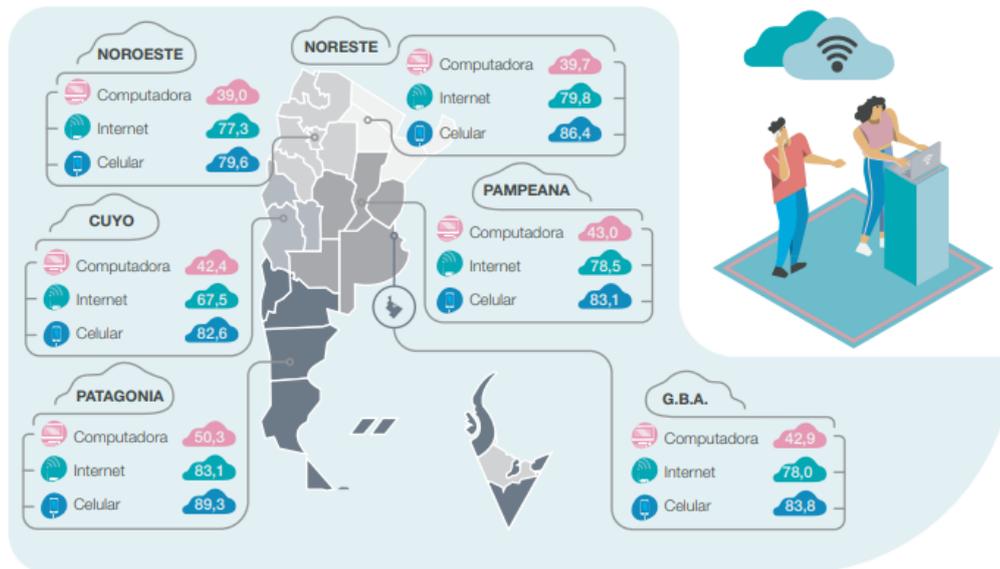
Figura 3.4.2.1 – Resultados de la encuesta referida a Mercados de Talento



Fuente: Elaboración propia extraído del sitio Accenture.com en su documento Accenture-techvision-argentina.pdf.

A nivel regional, se observan algunas diferencias en el uso de estas tecnologías según se puede observar en la figura 3.4.2.2. La región Patagonia encabeza el conjunto de aglomerados que, en promedio, muestran mayor uso de telefonía móvil (89,3%), computadora (50,3%) e internet (83,1%). Entre las 6 regiones, Cuyo presenta el menor uso de internet (67,5%); alcanza más de la mitad de su población urbana y se ubica 10,2 puntos porcentuales por debajo del promedio nacional. Las localizaciones agrupadas en las regiones del norte del país (noreste y noroeste) son las que registran menor incidencia en el uso de computadora, con una diferencia de entre 2,9 y 3,6 puntos porcentuales por debajo del promedio nacional (Instituto nacional de estadística y censos, 2018).

Figura 3.4.2.2 - Utilización de bienes y servicios de las TIC, según región.



Fuente: Extraído del sitio de INDEC - <https://www.indec.gob.ar>

La transformación del sector educativo es una de las claves que posibilita la transformación digital de un país. Se espera que durante los próximos años la educación continua, colaborativa, interactiva y a distancia será la constante. Sin embargo, cuanto más tiempo se tarde en implementar estas prácticas, aumentará el rezago educativo y tecnológico del país en comparación con otras naciones (Accenture, 2017).

Baller y otros (2016), en su informe global de tecnología de información, Argentina se ubica en el puesto 89, de una lista de 139 naciones. Si bien el indicador mejoró con respecto al año anterior, el país se encuentra aún atrasado con respecto a otros países de la región. Debido a la creciente importancia de la economía del conocimiento para Argentina, este subíndice muestra resultados por encima del promedio. De todos modos, el país deberá avanzar rápidamente en su agenda hacia la digitalización de la fuerza laboral. La Figura 3.4.2.3 muestra problemáticas similares entre los países de la región y grandes diferencias con respecto a Estados Unidos, el país que lidera el índice global. La necesidad de mejorar la inversión en tecnologías digitales es clave para la totalidad de los países de América Latina incluidos en esta muestra. Asimismo, Chile, Brasil y Argentina son los países que ganarían más realizando ajustes en sus aceleradores digitales de cara a 2021 (Accenture, 2017).



Según el estudio "El futuro del trabajo en Argentina" publicado por Accenture, los empleos que tienen una combinación de aptitudes más adaptadas y complementarias al mundo digital son aquellos que sufrirán el menor grado de automatización. Cuatro de cada diez empleos (37%) podrían ser automatizados en los próximos 15 años si no se adoptan medidas para recalificar a la fuerza laboral, rediseñar el trabajo para destrabar el potencial de las habilidades más humanas y posibilitar la adquisición de talento desde sus fuentes (Accenture, 2015).

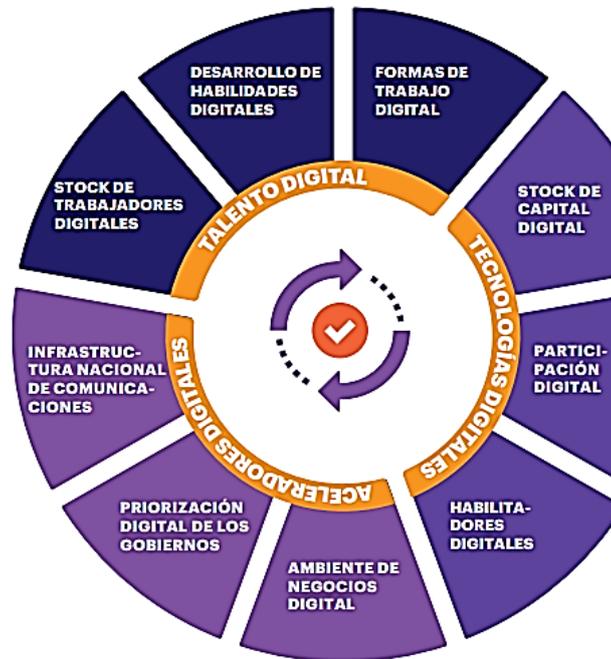
Figura 3.4.2.3 – Palancas de valor digital por País



Fuente: Extraído de documento publicado por Accenture Accenture-digital-index-argentina-resumen-executivo.pdf - <https://www.accenture.com>

Se ha diseñado un modelo innovador y radicalmente distinto al análisis tradicional de la economía digital, figura 3.4.2.4. Tiene como premisa básica que el valor de las tecnologías digitales no está limitado a sectores concretos, sino que alcanza a la totalidad de la economía reflejando el hecho de que los productos y servicios digitales no solo aportan valor en el punto de producción, sino en toda la cadena de valor, el talento digital, las tecnologías y los aceleradores digitales (Accenture, 2017).

Figura 3.4.2.4 – Talento Digital, las tecnologías y aceleradores.



Fuente: Extraído de documento publicado por Accenture Accenture-digital-index-argentina-resumen-executivo.pdf - <https://www.accenture.com>

3.4.3 - Gestión del conocimiento

Según Agudelo Ceballos y Arias (2017), el conocimiento juega un papel relevante en la sociedad. Su rol determina en gran medida la capacidad de acción tanto de individuos como de organizaciones, el conocimiento por sí solo no tiene implicancia, pero correctamente gestionado jugará un papel importante. A nivel organizacional, el conocimiento se ha convertido en otro activo más, pero no uno cualquiera, sino aquel que le permite consolidar un proyecto de largo alcance y ser más competitivo en un entorno dinámico.

Continúan agregando que la gestión del conocimiento se basa en la relación empleado empresa orientada a gestionar la información; es decir, identificarla, seleccionarla, organizarla y darle un uso. Es la posibilidad de entender la realidad de la organización mediante la cooperación de quienes en ella intervienen y, gracias al aprendizaje se pueden tomar y fortalecer las decisiones. La representación del embudo, figura 3.4.3.1, permite establecer que los datos son un registro que por sí solo no tienen propósito, de manera que

no tienen descripción alguna para la toma de decisiones; la información, corresponde a los datos transformados mediante la asignación de un significado que se le da cuando entra en contacto con algún contexto, de manera que adquiere una propiedad; por su parte indica que el conocimiento es la interrelación entre datos e información, y son las personas quienes la cargan, según el contexto, con su experiencia y vivencias (Agudelo Ceballos & Arias, 2017).

Figura 3.4.3.1 – Embudo del conocimiento



Fuente: Extraído de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v26n4/0718-3305-ingeniare-26-04-00673.pdf>

La creación de una Subsecretaría de Servicios Tecnológicos y Productivos en el ámbito del Ministerio de Producción es una señal de reconocimiento de la relevancia actual y potencial de los servicios basados en conocimiento (SBC) en Argentina (2017), véase la Tabla 3.4.3.1. Estos abarcan sectores tales como los servicios contables, legales, de gestión y asesoramiento, análisis e inteligencia de mercado y financiera, arquitectura, audiovisuales, ingeniería, software y servicios informáticos, publicidad, investigación y desarrollo (I+D), salud y educación, entre otros. Los SBC son sectores trabajo-intensivos con un claro sesgo a emplear trabajadores de medio-alto nivel de calificación, aunque potencialmente capaces también de ocupar otros segmentos de la fuerza laboral mediante actividades de capacitación específicas. Estos absorben, generan y difunden conocimiento y, por esa vía, contribuyen a



la elevación de la productividad global de la economía. Hoy en día son fácilmente exportables gracias al despliegue de las tecnologías de la información y las comunicaciones, que han reducido el costo de generar, transmitir y almacenar información, así como los costos y tiempos requeridos para coordinar actividades a distancia. Esas mismas TICs han permitido que ciertos servicios que antes requerían el contacto físico directo entre prestador y usuario ahora puedan ser provistos de manera remota. De la mano de estas transformaciones, el comercio de SBC ha crecido fuertemente. Así, entre 2000 y 2013, según datos de UNCTAD, las exportaciones mundiales de software y servicios informáticos se multiplicaron por 6 y las de servicios empresariales por casi 4, contra un aumento de 2.5 veces en el caso del turismo por ejemplo y de menos de 3 en el total de bienes. Más aún, como veremos más abajo, no solo son relevantes las exportaciones directas de los SBC, sino también las que están incorporadas en forma de valor agregado en otros bienes y servicios diversos.

El país ha aprovechado las oportunidades abiertas en los mercados mundiales de SBC y ha elevado notablemente sus exportaciones de dichos servicios en los últimos años, cuenta con algunos atributos para competir en estos sectores, asociados fundamentalmente a su dotación de capital humano y a ciertas ventajas derivadas de su localización geográfica, y su capital cultural. Considerando por tanto que Argentina no puede especializarse en actividades donde la competencia se basa en salarios bajos de mano de obra no calificada, la búsqueda de diversificación productiva podría canalizarse hacia rubros tales como los SBC, en donde si bien los costos laborales son relevantes para la competitividad, existen posibilidades de escalar en las cadenas de valor asociadas a estos servicios para crear capacidades diferenciadas (López, 2017).

La mayor interconexión entre los SBC y el resto de las actividades transables (vía eslabonamientos productivos, desarrollos tecnológicos conjuntos, movilidad de personal, etc.) seguramente ayudarán a promover ganancias de productividad en estas últimas, y por esa vía también podrían contribuir a los objetivos de transformación productiva en un escenario de mayor apertura, algo que también debería estar en la mira de los hacedores de política en nuestro país. El carácter incipiente del conocimiento sobre el tema se extiende al



campo de las políticas públicas, ya que, como veremos más abajo, todavía hay un relativamente escaso (aunque creciente) nivel de adopción de instrumentos específicamente dirigidos hacia estos sectores, no sólo en Argentina sino en todo el mundo (López, 2017).

Tabla 3.4.3.1 – Servicios Basados en el conocimiento

Servicios Empresariales	Servicios de Salud	Industrias Creativas	Informática	Otros servicios
Contabilidad, impuestos y finanzas	Turismo médico	Industrias audiovisuales	Desarrollo de Software	Educación
Desarrollo de procesos y <i>Management</i>	Ensayos Clínicos	Publicidad	Consultoría y servicios informáticos	I+D
RR. HH.	Telemedicina	Industrias de contenidos	Gestión, integración y mantenimiento de aplicaciones	Ingeniería y construcción
Otros servicios de <i>back office</i> (compras, etc.)	Telediagnóstico	Arquitectura	Infraestructura y redes	<i>Knowledge Process Outsourcing</i> (investigación de mercado y financiera, servicios legales, etc.)
<i>Call y Contact Centers, Help Desks, Customer Relations Management</i>	Interpretación de análisis y prácticas médicas	Diseño	Videojuegos, animación y simulación	Servicios financieros

Fuente: Extraído del sitio del Ministerio de Producción y Trabajo de Argentina - <https://biblioteca.produccion.gob.ar/document/download/330>

Resumen Capítulo III

La convergencia tecnología, industria 4.0 y transformación digital abarcan además de una adaptación tecnológica, un cambio social. Esto fuerza a tener dependencias multidisciplinarias y aspectos a niveles que van desde lo macro a micro. Por tanto, los gobiernos deberán dar el apoyo a sus entidades públicas y fomentar las privadas, las instituciones educativas introducir las competencias necesarias a sus alumnos y graduados, las entidades científicas maximizar esta impronta en casos de usos para mejoras o descubrimientos que aporten valor a la industria. Por último, la sociedad haciendo uso y aprovechamiento de nueva cultura tecnológica para la mejora de la calidad de vida diaria en mucho de sus usos.



Al no ser solo una cuestión tecnológica, es necesario entender que sociedad se desea construir haciendo participe a todos los actores, los gobiernos planificando como se va a instruir y preparar a las personas para este proceso, a las empresas en la adopción de estas nuevas tecnologías capacitando constante y adecuadamente con visión de apertura del campo de conocimiento. Al sistema educativo entendiendo que la habilidad de competencias que hoy se están entregando no son las adecuadas para el futuro que nos espera. Existe una carencia de estudiantes de ingeniería, bajo nivel de matemáticas a nivel país. La tecnología no será explotada si existe ausencia de competencias, generando inequidad en lugar de abundancia y productividad.

Es necesario crear puentes y espacios de diálogo entre emprendedores, asociaciones, gobierno y grandes empresas para lograr soluciones innovadoras sustentadas por las ventajas del ecosistema digital. Las economías más avanzadas se mueven hacia un nuevo paradigma en el modo de producción, en el que la conectividad, la automatización, los datos, y el diálogo entre máquinas y humanos son los componentes que hacen posible la Industria 4.0, lo digital puede tener un efecto positivo sobre la competitividad generando más valor de un modo más sostenible.

Argentina debería dirigir la inversión en mayor medida hacia las tecnologías digitales aumentando su stock de capital TIC, y por consiguiente un mayor efecto multiplicador de la economía digital sobre el PBI. La adaptación y manejo de tecnologías y transformación requiere y habrá de requerir nuevas capacidades. Los empleos que tienen una combinación de aptitudes más adaptadas y complementarias al mundo digital son aquellos que sufrirán el menor grado de automatización, y los entornos de trabajo estarán configurados como VICA con continuos cambios, pero con visión definida.



CAPITULO IV – IMPACTO DE LA CONVERGENCIA

4.1 Introducción

En muchos de sus artículos publicados, Gartner indica que la innovación hacia la industria 4.0 marcará el camino de la convergencia digital entre componentes industriales, de negocio, modelos y procesos internos de las compañías. Para Dalenogare y otros (2018), estos conceptos permitirán a las empresas contar con procesos de fabricación flexible, analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real mejorando la decisión estratégica y operativa. Estos avances dieron lugar al desarrollo de sistemas integrados, con el objetivo de monitorear y controlar equipos, transportadores y productos a través de un ciclo de retroalimentación con recolección de una gran cantidad de datos ²³ actualizando los modelos virtuales con la información de los procesos físicos.

Existen otros factores que impulsan la velocidad de la convergencia tales como la necesidad de automatización, excelencia operativa y adaptación a las cambiantes condiciones de trabajo. A medida que las compañías crecen geográficamente, confían más en la tecnología, el análisis y la automatización para mantenerse competitivas (Bernard, 2017).

El mercado de IT se centra en propuestas de valor disruptivas para la gestión de las operaciones que van más allá de los límites tradicionales. Vincent Jacquement (2018) remarca que el poder casi infinito de *Big Data*, algoritmos, redes y nube, vistos en ciertos casos como una suite, permiten a proveedores de OT aumentar el valor de sus soluciones dentro del campo del software industrial y la robótica. Para el autor, el desafío para las compañías de petróleo y gas será aprovechar estas tres tendencias para crear más valor a lo largo de este ciclo. Agrega además que la transformación digital se basa en la confiabilidad entre IT y OT, por tanto, la aceleración de la tecnología digital está desdibujando los límites entre estos dos mundos.

²³ En referencia a *Big Data*.



Como contrapunto a lo anterior, se presenta actualmente una brecha de conocimiento y experiencia al abordar la temática. Bernard Lee (2017) afirma que muchas compañías de petróleo y gas están lo suficientemente lejos como para proporcionar ideas sobre cómo pueden hacer que la convergencia funcione en muchos segmentos dentro de sus operaciones. En *Upstream*, se toman decisiones en base a la ayuda de los precios SPOT,²⁴ produciendo más gas que petróleo durante una hora pico. En una embarcación flotante de gas natural licuado, como FPSO,²⁵ pueden tener esta misma producción de gas controlada mediante sensores que van desde el depósito hasta el ERP,²⁶ compartiendo y gestionando la demanda de gas de forma eficientemente.

El mundo IoT industrial o IIoT,²⁷ ha cambiado el enfoque que el personal de IT y OT venían teniendo, exigiendo que estos departamentos estén completamente sincronizados y alineados. La convergencia IT/OT es mandataria para atender esta afluencia de análisis IIoT en virtud del rendimiento, operaciones de perforación y producción. Venables hace referencia al entendimiento general entre los equipos y las máquinas involucradas. Las implementaciones de IIoT, figura 4.1.1, deben incorporar una herramienta que facilite la traducción, de modo que los equipos OT puedan expresar fácilmente, en código, el comportamiento de las máquinas, con el fin de generar análisis significativos y conocer acerca del rendimiento de modo que IT pueden aplicarlo en modelos de aprendizaje automático. Continúa afirmando la relevancia de conectar ambas áreas, IT tiene el conocimiento integrado en los modelos de datos de aprendizaje continuo, mientras que OT automatiza sus flujos de trabajo para obtener resultados maximizados y contar con información para monitorear las anomalías, optimizando sus operaciones y mantenimientos. El autor concluye afirmando que aquellos que han convergido sus equipos de IT y OT tuvieron resultados exitosos, como la reducción del consumo de energía, mejoras en la

²⁴ El precio Spot es el precio que es pactado para transacciones (compras o ventas) de manera inmediata.

²⁵ En referencia a *floating production storage and offloading*, o en español, Producción Flotante, Almacenamiento y Descarga.

²⁶ Sistema de planificación de recursos empresariales

²⁷ En referencia a *Industrial Internet of Things* en el idioma inglés.



calidad de sus productos, en el estado de los activos y reducción de tiempos de inactividad inesperados (Venables, 2019).

TI, *software* y GAFA ²⁸ tienen, por naturaleza, altos índices de investigación y desarrollo junto con costos de comercialización. Las tecnologías provenientes de estas fuentes prometen un gran aporte de valor comercial en el panorama operativo con casos e iniciativas de negocios para la convergencia de IT/OT. Vincent Jacquement (2018), en línea con su párrafo anterior, cita casos de uso de Intel, Microsoft y Google. Intel presentó una caja IoT que desarrollaron en asociación con un proveedor OEM ²⁹ y un operador de campo. El objetivo es llevar conectividad a los campos, aumentando la productividad, reduciendo los costos de operación y el mantenimiento. La estrategia incluye el desarrollo de un sistema de control de código abierto que permita una mayor flexibilidad operativa encarando problemas tales como bases instaladas en hardware heterogéneo. Microsoft, trabajando en la propuesta de valor de su suite IoT para aprendizaje automático aplicada al mantenimiento predictivo. Esta capacidad está disponible como un servicio y no requiere inversión en infraestructura de IT, mientras que los algoritmos proporcionan información y notificaciones comerciales a través del análisis de series de datos históricos. Google ingresó a la exploración de petróleo y gas con la empresa Total para desarrollar conjuntamente soluciones de inteligencia artificial aplicadas al análisis de datos de yacimientos. ³⁰ Vincent Jacquement alerta sobre como proveedores de OT deben colocar los datos y abrir sus sistemas en pos a su estrategia digital.

²⁸ Google Appel, Facebook, Amazon

²⁹ Abreviatura de fabricante de equipos originales, utilizado para describir una empresa que tiene una relación especial con los productores de computadoras y TI. Los OEM son fabricantes que revenden el producto de otra compañía bajo su propio nombre y marca.

³⁰ Google también se está asociando con Repsol para proporcionar capacidades de nube e inteligencia artificial para mejorar la eficiencia.



Figura 4.1.1 – Casos de uso del Internet de las cosas Industrial



Fuente: Elaboración propia basada en el sitio LNS Research (Miklovic, 2019)

La convergencia es un fenómeno estructural basado en el cambio tecnológico, pero que se dinamiza solo por el aumento de posibilidades de negocio. El reconocimiento y el apoyo a la convergencia requieren una política de choque para la digitalización masiva y una visión de largo plazo que nutra la economía digital. La regulación para la convergencia debe estimular la inversión en redes digitales competitivas, facilitar la modernización de las industrias y la transición a una economía digital (Benavides Estévez, 2018).

4.2 Alineación estratégica IT/OT

La tendencia de convergencia de IT/OT no solo impulsa la integración de las herramientas de IT con las soluciones de OT, sino que también requiere la alineación de los objetivos estratégicos, la colaboración y la capacitación; y esto es solo el comienzo del desafío (Rothschild, 2018).

El Marco de Transformación Industrial, del sitio de investigación LNS Research (2019), define como central el proceso de Arquitectura Operativa, figura 4.2.1. Las organizaciones alinean personas, procesos y tecnología en la convergencia de IT y OT. Idealmente, los esfuerzos de la Arquitectura Operativa ocurren después de que una empresa define su estrategia y determina cómo la tecnología debe impulsar la transformación



industrial. El rol de IT está mutando de proveedor de tecnología de la información a socio dentro del contexto organizativo. Las piezas tecnológicas que IT utiliza también deberán asociarse e integrarse con el ecosistema tecnológico más grande que se utiliza dentro de la organización. Proveedores de IT deben adoptar y adaptar OT en su cartera de servicios para evitar que el negocio impulse la búsqueda y adquisición de soluciones por fuera.

Otro autor remarca que IT necesita comprender nuevos conceptos, nuevas posibilidades y aprender a hablar el idioma de OT, lo mismo sucede de forma viceversa. En la tríada de seguridad (confidencialidad, integridad y disponibilidad), OT puede dar prioridad solo a la disponibilidad (Justice Trends, s.f.). Para Michael Rothschild (2018) el personal de IT vela por la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos fundamentado en que por mucho tiempo fue responsable de la identificación, mitigación y reporte de vulnerabilidades. El personal de OT trabaja en un entorno operativo donde la estabilidad, la seguridad y la confiabilidad son las principales prioridades. Sus trabajos implican mantener la estabilidad de entornos complejos y sensibles, como las refinerías de petróleo, las plantas químicas y los servicios públicos de agua que están poblados con sistemas *legacy* que no han cambiado durante décadas. Los ingenieros de OT rechazan la idea de que el personal de IT esté involucrado en la seguridad de sus plantas o con los sistemas de control industrial (ICS).

Los entornos de IT y OT deben unirse para abordar las amenazas de seguridad y colaborar mutuamente para detener cualquier ataque que puede haber comenzado en un entorno y se pueda extender con éxito a otro. El autor concluye que llevar los mundos de IT y OT a la misma órbita ayudará a garantizar que cuando ocurra un incidente, la organización pueda capear la tormenta y, de hecho, salir fortalecido del caos (Rothschild, 2018).

La incorporación del conocimiento integral de las capacidades tecnológicas pensado como una sola organización de IT / OT ayudará a las organizaciones a adoptar nuevas tecnologías, los datos y el análisis de datos son desarrollos claves y prioritarios (Justice Trends, s.f.).

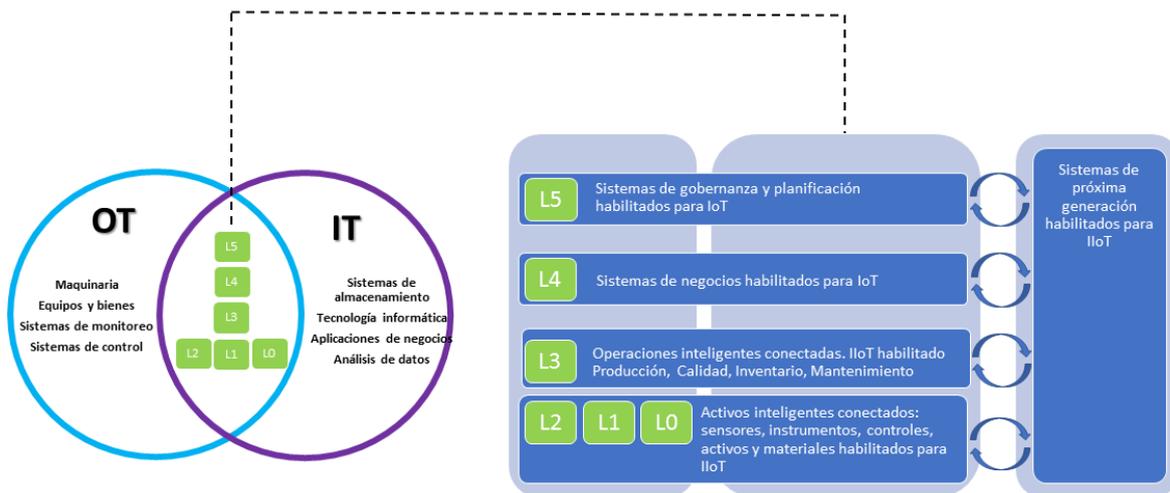


Erin Anderson (2019), gerente de marketing de soluciones, OT y Tecnologías Industriales de la compañía Forescout, hace mención cinco puntos para mejorar la alineación estratégica entre IT/OT. Primer punto, reconocer cuáles son sus objetivos a largo plazo, de modo que ambas funciones tengan una idea clara del objetivo general de la compañía. Una vez establecidos, se deberán comunicar claramente, para dar marco a la creación de una estructura que posibilite llevarlos a cabo. Segundo, debe existir colaboración para crear un esquema de trabajo a corto y largo plazo, en donde se deberá definir el cómo y el cuándo. Definir la administración de los sistemas de control, *software* de seguridad, y quienes interactuarán con los servicios externos (por ejemplo, contratistas, proveedores). Esto posibilitará mejoras en los sistemas de control junto con la operación general del equipo. Tercero, OT debe apoyar el proceso de creación y fabricación de valor físico. Esto incluye a dispositivos, sensores y software necesarios para controlar y monitorear la planta y el equipo. IT debe combinar todas las tecnologías necesarias para el procesamiento de la información. Es esencial que ambas partes comprendan la importancia, las capacidades y las necesidades de la otra para subrayar efectivamente el valor de ambas funciones. Cuarto, parte de la alineación exitosa se fundamenta en realizar un entrenamiento cruzado, otorgando una perspectiva de lo que hace el otro. IT debe comprender el rol que desempeña OT para reconocer mejor cuáles son sus necesidades, y viceversa, proporcionando a ambos grupos información, recursos y una base para construir una buena relación de trabajo que fomente sus objetivos a largo plazo. Por último, el quinto punto indica que IT debe ser responsable de la seguridad general de la red OT. IT debe responsabilizarse y tener la correspondiente visibilidad de los activos y las comunicaciones que viajan por el firewall ³¹ industrial OT . Esto les permitirá realizar el análisis de amenazas, gestión de riesgos cibernéticos y definir la mejor estrategia para proteger la red. El empleo de la herramienta de visibilidad adecuada también puede aportar beneficios a OT , ya que puede identificar ineficiencias en los procesos y realizar un mantenimiento predictivo de los activos. Hacer que ambos equipos

³¹ Un firewall es un dispositivo de seguridad de la red que monitorea el tráfico de red -entrante y saliente- y decide si permite o bloquea tráfico específico en función de un conjunto definido de reglas de seguridad.

seleccionen y aprueben una herramienta que brinde beneficios mutuos aumentará la satisfacción individual y la cohesión entre ellos.

Figura 4.2.1 – Arquitectura Operacional



Fuente: Elaboración propia basada en el sitio LNS Research (Miklovic, 2019).

4.3 Ventajas

Algunos autores identifican ciertos beneficios de la convergencia, y dejan por sentado que tendrán mayor visibilidad en empresas donde ya ha habido grandes inversiones en OT.

Las principales ventajas del uso de converger tecnológicamente pasan por mayor capacidad de innovación, mayor control sobre todos los procesos de la empresa, aumento de la productividad, aumento de la seguridad y mejor tratamiento y almacenamiento de los datos (Bernard, 2017).

Otro autor indica tres puntos a considerar, el primero se basa en la reducción de costos, mediante la aplicación de tecnologías, estandarización y gobernabilidad, aunque con algún tipo de resistencia por parte de los departamentos de OT por sentirse desplazados. Como segundo punto la reducción de riesgos, tomando a la convergencia en cuestiones de seguridad de forma conjunta entre IT y OT, derivando en un enfoque integrado contra las intrusiones externas a la empresa. Por último, la mejora en el rendimiento, ahorrando



tiempo/costo con la transición de productos desarrollados a medida. Ganancias en la flexibilidad, respecto a los costos y las estructuras de costos (Atos, 2012).

La convergencia es sinónimo de innovación, junto con los beneficios sustanciales para la operación. Esto incluye, optimización de los procesos empresariales, mayor calidad de la información para la toma de decisiones, reducción de costos, reducción de riesgos y plazos de tiempos más cortos en proyectos. Además de esas mejoras potenciales, el desafío ahora es afrontar la evolución tecnológica actual que obliga a los administradores, tanto de IT como TO, a plantearse cómo mantener ambos sistemas seguros y actualizados (Justice Trends, s.f.).

El intercambio de datos entre los sistemas IT/OT es crítico para la toma de decisiones. Varias aplicaciones de Internet de las cosas e Internet industrial de las cosas emergen de este intercambio de datos. IoT e IIoT ayudan a poner a disposición los datos de los equipos involucrados y disponibilizarlos a la fuerza laboral. Conectan tres dimensiones cruciales de un negocio: personas, activos y procesos. La convergencia ayuda a hacer que el mundo físico sea más inteligente, eficiente y sostenible, mejorando así los procesos comerciales y disminuyendo los costos (Smart Utilities, 2019). Bernard (2017) considera que cuando se hace bien, la convergencia incrementa la capacidad de las compañías de petróleo y gas en lograr una reducción de costos y una mejora del rendimiento sin precedentes mediante una mejor utilización de la tecnología y una mejor colaboración de la fuerza laboral. El autor sostiene que a medida que los sistemas de IT reciben los registros de información de las máquinas de forma proactiva, esto hace que disminuya considerablemente la inactividad junto con la tasa de fallos de los equipos industriales claves. Extraer inteligencia de los dispositivos conectados para luego usarlo en la toma de mejores decisiones y procesos es radical. La navegación de la convergencia es cada vez más crítica para quienes toman las decisiones empresariales actuales, la figura 4.3.1. Todo se reduce a niveles de rendimiento y telemetría, dejando la intuición de lado o experiencias anteriores. Las organizaciones que eliminen las barreras que tradicionalmente existen entre IT y OT obtendrán una ventaja competitiva significativa sobre las que no lo hacen. Descubrirán potenciales no reconocidos,



aprenderán a aumentar la interoperabilidad, refinar procesos y desarrollar una visión de toma de decisiones colaborativa y con objetivos comunes.

Figura 4.3.1 – Ventajas de la convergencia IT/OT



Fuente: Elaboración propia en base al sitio <https://www.linkedin.com/pulse/mind-gap-roadmap-itot-alignment-michael-rothschild/>

4.4 Desventajas

La creciente implementación de soluciones de IT y OT está creando desafíos propios. Si bien la convergencia tiene un inmenso potencial para transformar el sector petrolero, es necesario abordar un amplio espectro de problemas para su implementación. Estos incluyen calidad, integración y seguridad en los datos, redes de alta velocidad e interoperabilidad. Otra preocupación clave es la ciberseguridad. En un ciberataque sofisticado, se identifica la debilidad del sistema para obtener acceso a redes y dispositivos. El malware ³² duplica las cuentas de servicio conocidas para evitar la detección basada en el host y la investigación activa de la red. Las anomalías pueden ocurrir en los límites tanto de IT como OT. Las aplicaciones que interactúan con el mundo externo, sensores, por ejemplo, generalmente son las más vulnerables. Los ataques cibernéticos en los sistemas IT/OT pueden provocar pérdidas significativas para las compañías de petróleo y gas, ya que podría comprometer sus credenciales, máquinas y puertas de enlace. La solución a este problema radica en la detección de anomalías que causan el ataque en primer lugar (Smart Utilities, 2019).

³² En referencia a cualquier tipo de software maligno que trata de afectar a un ordenador, a un teléfono celular u otro dispositivo.



El departamento de IT requerirá nuevos conjuntos de habilidades, manejo de personal, capacitación y manejo de inversiones relacionadas con el presupuesto y las operaciones. La consolidación del personal informático OT en el departamento de IT requiere un esfuerzo de integración cultural, organizativo y un conocimiento específico del dominio (Santos & Popkin, 2012).

Para Venables (2019), los equipos que operan y administran son del área de OT, y no siempre tienen el conocimiento necesario hacia un entorno de vanguardia. Debido a la superposición entre las necesidades tecnológicas y la demanda del entorno, existe una necesidad natural de colaboración más estrecha entre personas de OT y IT. Los dispositivos informáticos disponibles como controladores, PLC's y equipos de perforación, tienen sistemas integrados. El autor menciona que ni el personal de IT, ni el de OT pueden garantizar el funcionamiento de estos dispositivos si ambos trabajan de forma aislada, esto se debe al nivel de complejidad y tecnología informática de punta.

Hasta hace poco, la separación entre tecnologías IT y OT era clara, ambas operaban independientemente en sus respectivas áreas. La carrera hacia el Internet industrial de las cosas, o IIoT e Industria 4.0, ha impulsado la adopción de tecnologías de IT en las redes OT, iniciando una convergencia entre estas dos, tal como lo venimos desarrollando. Si bien este cambio tecnológico ha traído enormes beneficios a los sistemas de control, también ha creado una interdependencia sin precedentes entre IT y OT, generando necesidad de alineación. Las profundas diferencias culturales entre ambos, combinadas con el fuerte deseo de contribuir y ser protagonistas, a menudo genera conflictos y falta de cooperación. Para preservar la seguridad y la resistencia operativa de las redes OT, es fundamental que IT y OT trabajen juntos (Anderson, 2019).

4.5 Ciberseguridad

Para Snitkin (2018), muchas organizaciones industriales todavía consideran que la ciberseguridad entre IT y OT es un tema único por abordar, sin embargo, la necesidad de convergencia nunca ha sido tan importante. Los atacantes pueden explotar las brechas de seguridad entre las tecnologías de IT y OT exactamente por tener diferentes prioridades y prácticas. La convergencia exitosa de ciberseguridad de IT / OT requiere una estrecha



cooperación entre ambos departamentos, figura 4.5.1, y si bien es difícil de lograr, desarrollar una estrategia de seguridad integrada podrá eliminar las brechas de seguridad y reducir el riesgo cibernético general de la organización.

El punto focal para los ataques a las operaciones industriales y la infraestructura crítica se ha centrado en los controladores industriales (PLC, RTU o DCS). Lo que realmente importa es que estos controladores son extremadamente confiables y cubren el control de todo, desde estaciones de enfriamiento hasta turbinas, redes eléctricas, petróleo y gas y mucho más. Los sistemas de control industrial o ICS mantienen sus luces encendidas. Debido a su confiabilidad, muchos de estos dispositivos han perdurado durante años. Son los caballos de batalla de la sociedad moderna y blancos de ataques. Los avances tecnológicos han puesto controladores industriales en línea (conectados e interconectados), por lo tanto, se han convertido en objetivo de *hackers*.³³ Los controladores no se crearon para abordar amenazas de seguridad o errores humanos. Desde cualquier ubicación, posibles actores podrían lanzar ataques sofisticados y apoderarse de máquinas con propósitos nefastos. Los piratas informáticos ya no son solo individuos corruptos, sino que a menudo surgen de organizaciones financiadas y altamente motivadas por determinados países. Un ataque ejecutado cuidadosamente puede llegar a causar hasta una guerra moderna (Rothschild, 2018).

El CTO de *FogHorn*,³⁴ Sastry Malladi, indica que la industria del petróleo y el gas, en general, no está a favor de conectar sus activos a un entorno de nube por temor a ataques de ciberseguridad, entre otras preocupaciones, y debido a esta tendencia, las organizaciones de esta industria han llevado las necesidades informáticas al límite dentro de sus entornos restringidos existentes (Venables, 2019).

Rothschild (2018) alerta sobre la integración afirmando que el alcance de ataque está abarcando tanto IT como OT. Un ataque puede comenzar en un entorno de IT y moverse

³³ Persona o comunidad que posee conocimientos en el área de informática y se dedica a acceder a sistemas informáticos para realizar modificaciones en el mismo. Son conocidos como “piratas informáticos”.

³⁴ Proveedor de Soluciones de inteligencia de punta <https://www.foghorn.io/>



rápidamente a uno de OT, y viceversa. El movimiento lateral es casi la metodología de ataque preferida entre los piratas informáticos, debido a la relativa facilidad de encontrar enlaces vulnerables como punto de entrada, para luego hacerse de toda la red. Hay que establecer las acciones necesarias para evitar vulnerabilidades en la seguridad industrial en pos de evitar cualquier tipo de ataque. Esto debe acordarse entre IT y OT de forma conjunta, dejando de lado cualquier tipo de diferencias, egos o protagonismo que puedan llegar a existir. Algunas acciones a considerar que remarca el autor son, detección y mitigación de amenazas que combinan anomalías de comportamiento con reglas basadas en políticas, el seguimiento de activos incluyendo dispositivos inactivos y configuraciones en los PLC, la gestión de vulnerabilidades que rastrea y puntúa los niveles de parche y riesgo de dispositivos ICS, el control de configuración que rastrea cambios en el código sistema operativo y el firmware, y por último, la visibilidad empresarial para garantizar que todos los datos recopilados se integren en un solo panel.

Se ha establecido el dilema entre optar por mejoras en la eficiencia y disponibilidad, o evitar los riesgos de ciberseguridad asociados con la convergencia de seguridad de IT/ OT. Para lograr una convergencia tecnológica exitosa, cada vez más organizaciones toman ingenieros experimentados de alto nivel para unidades de negocio de OT bajo el ala del director de operaciones, posteriormente, estos son movidos bajo la jerarquía del CIO, lo que genera la formación de estas personas con visión compartida entre IT / OT. Si se tuviera un líder de IT / OT, esa misma persona sería responsable de proporcionar una solución que abarque las necesidades de los ingenieros y de las del negocio, proporcionando una estrategia de convergencia de seguridad y ciberseguridad. Algunas organizaciones han llevado esto aún más lejos, y en lugar de crear roles de IT bajo el CIO, crean un nuevo rol de nivel C para facilitar esta estrategia. Por ejemplo, no es raro encontrar un CDO ³⁵ que achique la brecha entre el CTO ³⁶ y el COO. ³⁷ En la estructura organizativa, cuanto más arriba se toman las decisiones de convergencia entre IT / OT, mayores son las posibilidades de éxito (Grove, 2017).

³⁵ *Chief Digital Officer* – Director Digital.

³⁶ *Chief Technology Officer* – Director de Tecnología.

³⁷ *Chief Operating Officer* – Director de Operaciones.

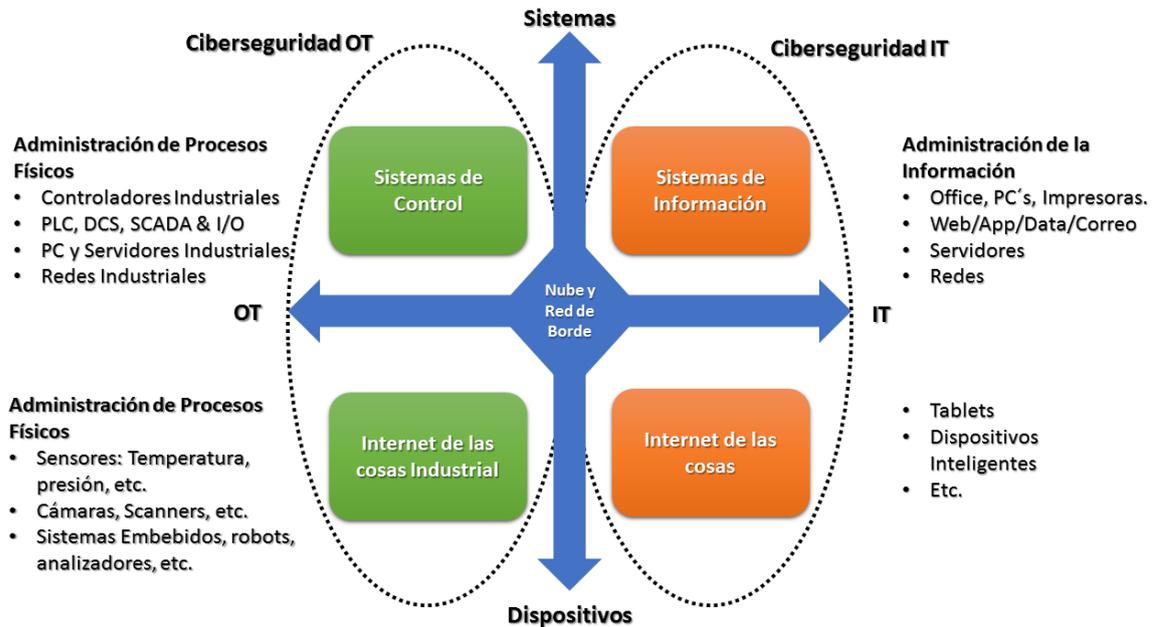


Según las encuestas de Gartner y los comentarios de los clientes, la seguridad sigue siendo una de las principales preocupaciones de los líderes empresariales y TICs. La ciberseguridad también es muy visible en los medios debido a preocupaciones de privacidad, ataques destructivos como *ransomware*,³⁸ temores sobre piratería de IoT y un efecto cada vez más creciente de la ciberseguridad en la geopolítica. El número de regulaciones de seguridad va en aumento, y persiste la incertidumbre sobre cómo aplicarlos y cumplirlos. La privacidad y las violaciones de datos se posiciona como lo más importante. Sin embargo, los ataques de extorsión y/o fraude también son cada vez más frecuentes. Debido a que muchos controles de seguridad tradicionales no abarcan entornos más nuevos, es factible usarlos o configurarlos incorrectamente. Las nuevas tecnologías empresariales, como el mayor uso de la automatización robótica de procesos, la aparición de inteligencia artificial y aprendizaje automático son en general un territorio de ciberseguridad inexplorado. En la mayoría de los casos, los equipos de seguridad permanecen excluidos desde la gestación de los proyectos. Acorralados por los tiempos y la planificación ya pautada, encuentran más fácil alinearse a una lista de verificación de cumplimientos y auditoría, que ampliar su alcance en una selección de análisis y control de riesgos. Gartner hace referencia a la planificación de seguridad de los *endpoints*,³⁹ dispositivos IoT y agentes inteligentes. La red de la compañía debe protegerse contra los dispositivos IoT, y estos dispositivos también deben protegerse de ciertos factores o compromisos (Krikken, y otros, 2018).

³⁸ Tipo de programa malicioso, que restringe el acceso a determinadas partes o archivos del sistema operativo infectado, y pide un rescate a cambio de quitar esta restricción

³⁹ Dispositivos informáticos remotos.

Figura 4.5.1 Límites de silos



Fuente: Elaboración propia en base al sitio <https://www.nozominetworks.com/blog/overcoming-it-ot-cybersecurity-convergence-roadblocks/>

4.6 Decisiones basadas en datos

La gran cantidad de datos generados a partir la convergencia puede ayudar a automatizar y monitorear en tiempo real. La industria del petróleo y el gas avanza hacia la automatización y la digitalización. Tanto públicas como privadas, las empresas del sector están bien equipadas para aprovechar nuevas soluciones de IT / OT, sin embargo, existe la necesidad de un plan integral para maximizar los beneficios de la convergencia (Smart Utilities, 2019).

La perforadora *offshore* con sede en *Houston Diamond Offshore* ha lanzado una nueva solución de análisis, visualización de datos y análisis avanzado en tiempo real, para ayudar a identificar tendencias y detectar anomalías en el rendimiento de BOP⁴⁰ en toda su flota de plataformas llamada *Stack-View*. Los indicadores derivados de esta solución permiten mantenimiento predictivo, prevención del tiempo de inactividad submarino, esto

⁴⁰ Balance de Rendimiento.



impulsa la productividad de la perforación y reducción del costo total del pozo. Los datos en tiempo real recopilados y analizados por la tecnología subyacente en *Stack-View* se superponen o apilan continuamente con datos históricos, luego se aplica la visualización de datos, tendencias y análisis avanzados para predecir cuándo fallarán los componentes BOP o cuándo se realizará el mantenimiento requerido. Este cambio mitiga problemas inducidos por el mantenimiento, reduciendo el tiempo no productivo hasta en un 50 por ciento, dependiendo de la profundidad del agua y la complejidad del pozo. Marc Edwards, presidente y CEO de *Diamond Offshore*, afirma que las reparaciones y el mantenimiento de equipos submarinos continúan contribuyendo de manera importante al tiempo no productivo de una plataforma, resultando en un gran gasto tanto para los perforadores como para los operadores. Las ventajas de *Stack-View* con su nivel de análisis y monitoreo del estado de cada BOP en toda la flota en tiempo real, logran tomar decisiones basadas en datos y generar ahorros de costos y mejoras de rendimiento (World Trade Energy, 2019). Juan Sadurni, gerente de innovación de Accenture, indica que a través de la utilización inteligente de datos, una firma petrolera podrá entender mucho mejor cuál es la forma óptima de extraer petróleo, además de optimizar las cadenas de suministro y distribución, aumentando eficiencia en el manejo de los recursos humanos o de las condiciones de seguridad en los sitios de trabajo (Oil and Gas Magazine, 2018).

Dentro del contexto del *Upstream*, los datos generados se recopilan a través de sensores desplegados en el campo de operación. Las rutinas de curado preceden al almacenamiento de estos dentro de plataformas estandarizadas. Se emplean herramientas de análisis e inteligencia empresarial para extraer información útil. Hay varios productos y soluciones disponibles para realizar la exploración, gestión y modelado de datos. Los conocimientos generados a partir del análisis de datos pueden ayudar a idear soluciones apropiadas para resolver relaciones con las operaciones de campo. (Smart Utilities, 2019). En el ámbito local, el VP de *Upstream* de la empresa YPF, indica que la digitalización tecnológica robusteció la recolección de datos de producción, perforación y completación de pozos motivó a YPF a cambiar al paradigma de análisis de datos. Se empezaron a incorporar especialistas en *Data Analytic* directamente en las unidades de geociencias de YPF. Se apunta a generar valor en el negocio de partir del análisis en cada vez menos tiempo de



estadísticas que surgen de la operación. El *Data Analytic* permite, por citar un caso, identificar cuál es el *flac plan* (plan de fracturas) que mejor productividad registra en cada zona de Vaca Muerta; entender cómo evitar la deformación de *casing*; ⁴¹ predecir agarres de herramientas y evitar la pesca de trépanos. Ver cuándo se está depositando parafina en un pozo y no enterarse una vez que se tapó. Predecir una falla de bombeo mecánico y no quedar en pesca y evitar la falla. En definitiva, optimizar los parámetros operativos y la planificación (Run Run Energético, 2018).

Para dar un marco holístico en cuanto a la administración, la mejora y el aprovechamiento de la información, es necesario implementar gobierno del dato. Esto requiere una planificación cuidadosa en todo el espectro de análisis de los flujos de datos. Al introducir un marco de gobernanza, las organizaciones pueden obtener muchos beneficios de sus iniciativas de gestión de datos, **véase Anexo II**.

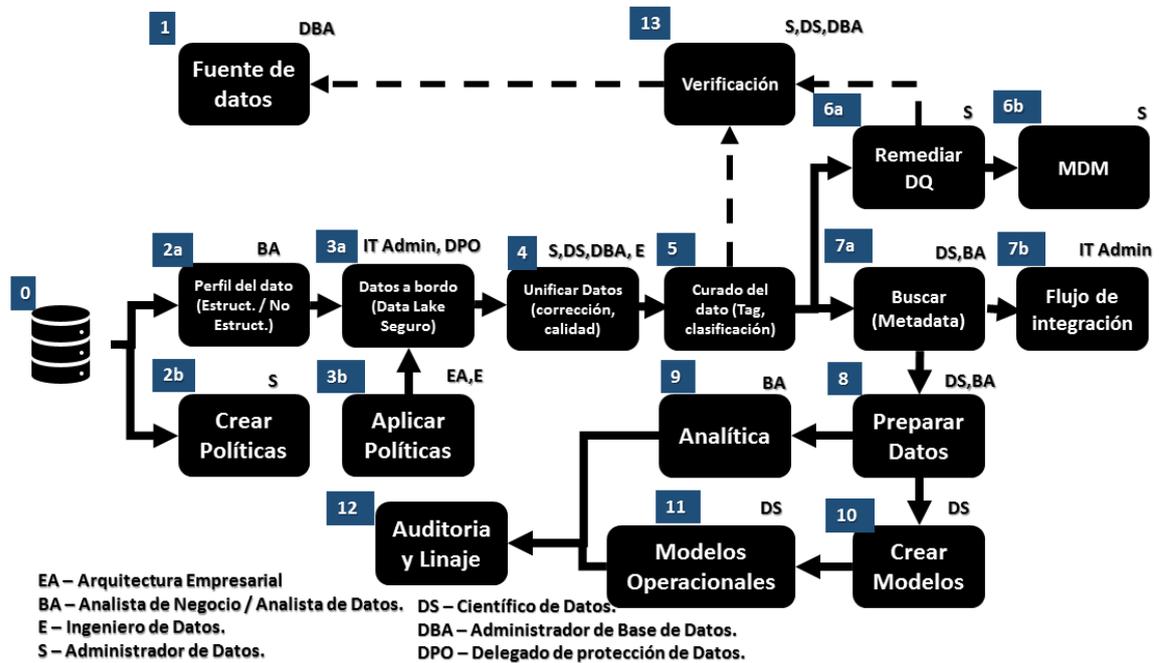
Sanjeev y Maguire (2019), en su artículo publicado en Gartner, aconsejan mayor concentración en los datos y reducción de la dependencia de procesos manuales. Modernizar las arquitecturas de datos con nuevas tecnologías y capacidades como *Datalakes*, ⁴² virtualización de datos, almacenes lógicos e integración de datos, que pueden abordar alto volúmenes, aportar velocidad y variedad de datos pudiendo atender nuevos casos de uso. Cuando el objetivo es desbloquear el valor de los datos corporativos de una manera ágil y segura, el gobierno de datos se vuelve mucho más emocionante. El control de la gobernanza pasa de ser dirigido por IT a los negocios con una fuerte colaboración con IT.

El enfoque en la figura 4.6.1 sigue una progresión lineal, pero en la vida real los arquitectos y los profesionales técnicos pueden volver a iterar evaluar y refinar su enfoque de gobernanza. Este marco describe la disciplina integral de gobernanza de datos (Sanjeev & Maguire, 2019).

⁴¹ Revestimiento, tubo de gran diámetro que se ensambla y se inserta en una sección recientemente perforada de un pozo con el fin de proteger y dar soporte a dicho pozo.

⁴² Repositorio de almacenamiento que contiene una gran cantidad de datos en bruto con la retención necesaria hasta ser usados, utiliza una arquitectura plana a diferencia del Almacén de datos.

Figura 4.6.1 – Marco de Gobierno de Datos a través del flujo de análisis.



Fuente: Elaboración propia en base al sitio
<https://www.gartner.com/document/3956689?ref=solrResearch&refval=-1&qid=>

Este enfoque tiene los siguientes beneficios, asegurar la integridad para evitar un linaje incompleto. Identificación de los requisitos de seguridad y control de privacidad centrados en datos basados en el ciclo de vida. Ofrecer coherencia en la administración de las canalizaciones de datos actuales y futuras. Desacoplar la implementación de la aplicación lógica con respecto a la física en cuanto a la arquitectura moderna, independizando el caso de uso del proveedor y de la tecnología. Aprovechamiento de las mejores herramientas que comparten metadata con alto nivel de integración para cumplir con ciertos requisitos. Proporcionar metodología repetible que pueden usar varios equipos de negocios e IT, incluso con objetivos muy diferentes (Sanjeev & Maguire, 2019).

Resumen Capítulo IV

Se ha recorrido el impacto de la convergencia tecnológica según los puntos de análisis más relevantes desde la perspectiva de la industria del *Upstream*. La transformación digital se basa en la confiabilidad entre IT y OT, por tanto, la aceleración de la tecnología digital está desdibujando los límites entre estos dos mundos. La convergencia es un



fenómeno estructural basado en el cambio tecnológico, pero que se dinamiza solo por el aumento de posibilidades de negocio.

La tendencia no solo impulsa la integración de las herramientas de IT con las soluciones de OT, también incluye la alineación de los objetivos estratégicos, la colaboración y la capacitación. El rol de las IT está mutando a socio dentro del contexto de las organizaciones. Todas las tecnológicas tradicionales también deberán asociarse y comunicarse con el ecosistema tecnológico más grande que se utiliza dentro de la organización bajo el paraguas de la transformación. Los proveedores de las tecnologías de operación están apoyándose cada vez más con soluciones dentro del campo del software industrial y la robótica, junto con el poder casi infinito de *big data*, algoritmos, redes y servicio de nube.

Las principales ventajas del uso de converger pasan por ampliar la capacidad de innovación, mayor control sobre todos los procesos de las compañías, aumento de la productividad, aumento de la seguridad, mejor tratamiento y almacenamiento de los datos. Los principales puntos en contra pasan por los problemas de su implementación, las profundas diferencias culturales entre las áreas asociadas a IT y OT, combinada con el fuerte deseo de que ambos equipos deseen contribuir y ser protagonistas, generando, por el contrario, conflictos y falta de cooperación. Las vulnerabilidades en la ciberseguridad pueden provocar pérdidas significativas para las compañías de petróleo y gas, afrontando escenarios de posibles actores ubicados en cualquier parte del mundo, los cuales podrían lanzar ataques laterales debido a la relativa facilidad de encontrar enlaces vulnerables como punto de entrada, para luego hacerse de toda la red.

La gran cantidad de datos generados a partir la convergencia puede ayudar a automatizar procesos y monitorear en tiempo real. A través de la utilización inteligente de datos, una firma petrolera podrá entender mucho mejor cuál es la forma óptima de extraer petróleo, además de optimizar las cadenas de suministro y distribución, aumentando eficiencia en el manejo de los recursos humanos o de las condiciones de seguridad en los sitios de trabajo. Será necesario por tanto modernizar las arquitecturas de datos con nuevas tecnologías y capacidades como *datalakes*, virtualización de datos, almacenes lógicos e integración de datos, agregar valor al negocio y a las operaciones.

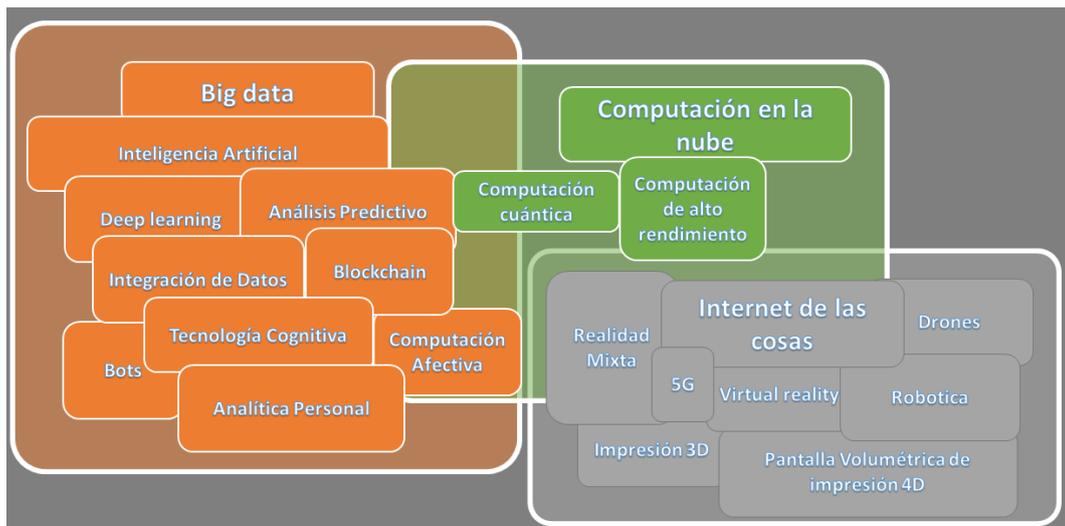
CAPITULO V – DESPLIEGUES E IMPLEMENTACIONES

5.1 Introducción

En los últimos años, el sector petrolero ha dado grandes pasos hacia la implementación tecnológica. Existe una alta penetración de soluciones IT y OT en el *Upstream*, *Downstream* y *Midstream*. Para automatizar los procesos comerciales, las compañías de petróleo y gas están empleando aplicaciones del tipo ERP, sistemas de automatización y mediciones inteligentes, junto con el despliegue de soluciones avanzadas, tales como, control de supervisión y adquisición de datos, sistema de información geográfica, vigilancia satelital y sensores remotos para monitorear tuberías de transmisión de gas. A su vez se están diseñando soluciones personalizadas entre ambas tecnologías para cumplir con requisitos específicos. La infraestructura existente de petróleo y gas también se está modificando para garantizar compatibilidad entre aplicaciones convergentes ya implementadas (Smart Utilities, 2019).

Siguiendo esta línea, la figura 5.1.1 es representativa de las principales innovaciones tecnológicas, tales como el uso de big data, inteligencia artificial, IoT, reconocimiento de imágenes y servicios por voz, drones y muchas otras más.

Figura 5.1.1 – Innovaciones tecnológicas por agrupación.

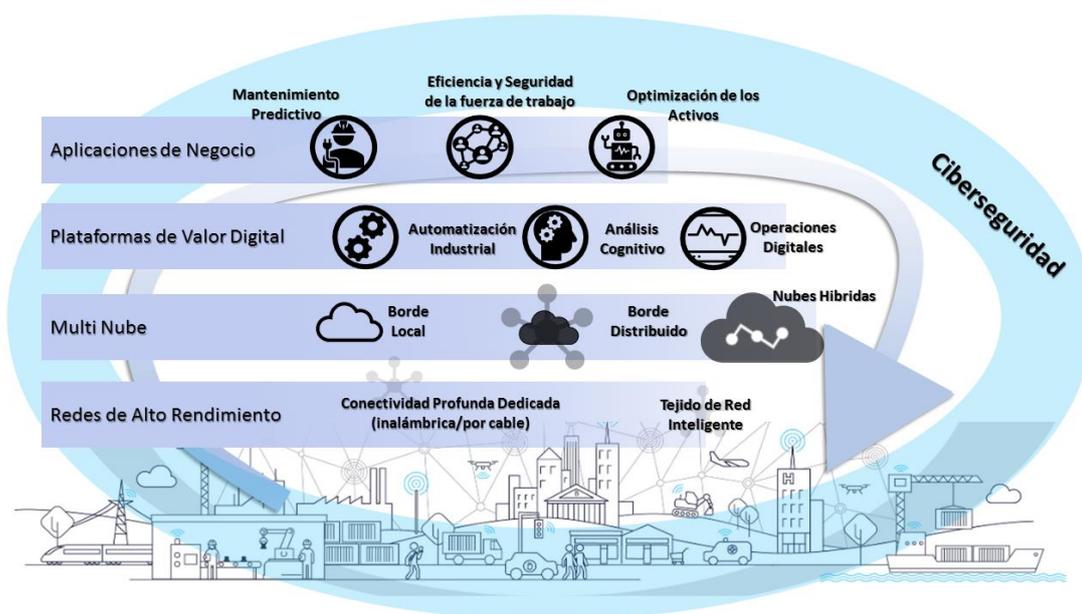


Fuente: Elaboración propia.

La configuración hacia un nuevo marco de trabajo en la industria del petróleo, tal como lo muestra la figura 5.1.2, pasa por sistemas automatizados, aplicaciones de negocios, plataformas digitales, escenarios multi-nube y redes de alto rendimiento. La seguridad acompaña transversalmente todo este escenario, tanto físicamente como tecnológicamente, y es muy importante que así sea debido a la exposición del flujo de información que se manifiesta de cada uno de los sensores intervinientes.

La convergencia de tecnologías y el procesamiento de datos de borde⁴³ se relacionan cada vez más entre sí. OT incluye cada vez más *software*, sensores, sistemas que comprenden máquinas inteligentes, sistemas de almacenamiento, instalaciones capaces de intercambiar información de forma autónoma, desencadenar acciones y controlarse de forma independiente. Esto es particularmente clave en el petróleo y el gas, donde ahora se puede aprovechar el análisis de datos en tiempo real y las nuevas aplicaciones de IoT con predictibilidad y baja latencia (Oil & Gas Journal, 2018).

Figura 5.1.2 – Innovaciones tecnológicas por agrupación.



Fuente: Elaboración propia en base a sitio <https://www.nokia.com/networks/industries/oil-and-gas/>

⁴³ Límite de la red en su diseño arquitectónico, el último dispositivo de la cadena, el que recopila los datos de los usuarios y el entorno.

Según la figura 5.1.3, la transformación parte de nuevas tecnologías industriales con foco digital, con procesos productivos integrados y automatizados, permitiendo interacción de sistemas con análisis de información en tiempo real, predictibilidad en fallas e integración en las cadenas de suministros, traduciéndose en eficiencia y optimización de la producción (Nieponice, Rivera, Tfelti, & Drewanz, 2018).

Figura 5.1.3 – Las ocho tecnologías clave de la transformación



Fuente: Elaboración propia en base el sitio BCG - (Nieponice, Rivera, Tfelti, & Drewanz, 2018).

Según los científicos de la computación Stuart Russell y Peter Norvig (2003), existen varios tipos de inteligencia artificial clasificándose en, los que piensan como humanos, actúan como humanos, piensan racionalmente y actúan racionalmente. Ampliando estos conceptos, los autores indican que los que piensan como humanos automatizan actividades como la toma de decisiones, la resolución de problemas y el aprendizaje. Esto se puede representar en las redes neuronales artificiales. Los que actúan como humanos son computadoras que realizan tareas de forma similar a como lo hacen las personas, como el caso de los robots. Los que piensan racionalmente intentan emular el pensamiento lógico racional de los humanos, investigando cómo lograr que las máquinas puedan percibir, razonar y actuar en consecuencia; sistemas expertos se engloban en este grupo. Finalmente,



los que actúan racionalmente tratan de imitar de manera racional el comportamiento humano, como los agentes inteligentes.

5.2 Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo tanto en tierra como alta mar con tecnología de geolocalización permite el monitoreo remoto de incidentes, seguimiento y rastreo no solo de personas en situación potencialmente peligrosas, sino también de las actividades en cuanto a contratistas y desempeño de los equipos (Oil & Gas Journal, 2018).

Las compañías petroleras podrían implementar su plataforma de conocimiento para usarla en operaciones de producción, agregar conocimiento de los datos de mantenimiento, informes de incidentes y datos sobre las propiedades físicas de los diferentes tipos de crudo que fueron recolectados por los ingenieros de mantenimiento a lo largo del tiempo. Dicha plataforma tiene al auto aprendizaje como motor para analizar datos e identificar factores y causas en por ejemplo corrosión (Bharadwaj, 2019).

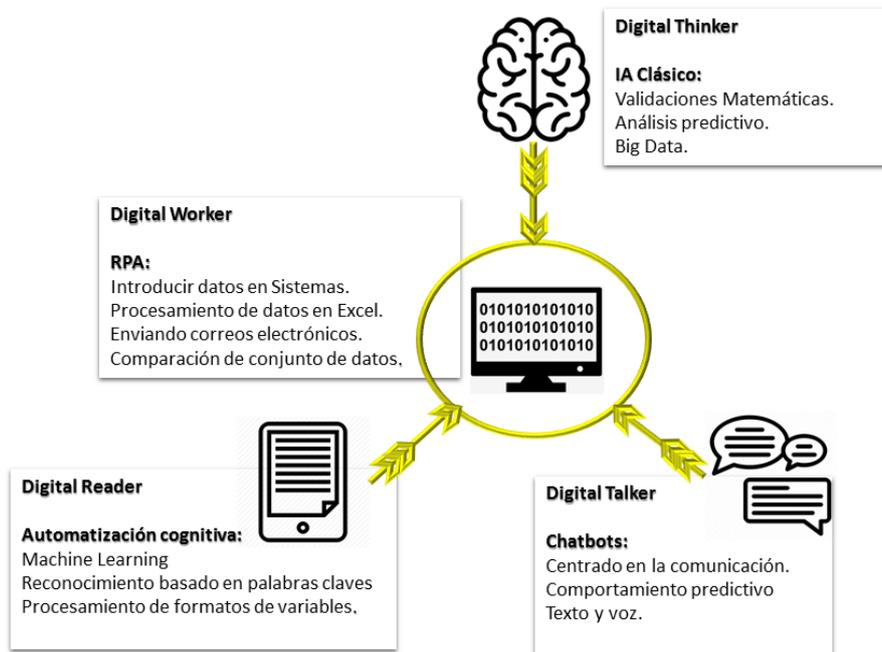
Entre las oportunidades de automatización de mayor impacto en las operaciones de producción en pozos petroleros, otros autores lo encuentran en el control y monitoreo de procesos y mantenimiento preventivo. Las operaciones remotas y autónomas optimizan la producción, ya que es posible recopilar datos de rendimiento de pozos de varias geografías (Blancett, Pocker, & Ranjan, 2019). Para Oil & Gas Journal (2018), la automatización robótica, puede implementarse para transferir, manipular y migrar datos de forma rápida y confiable con un seguimiento completo de auditoría, aportando las ventajas de evitar reinscripción manual o reentrada de datos cuando se alimentan sistemas fuentes. En ese caso, la información geológica y de control proveniente de pozos contiene numerosos registros con distintos tipos de datos. RPA reduce enormemente los altos niveles de error humano. La perforación robótica autónoma elimina la intervención humana ya que usa plataformas móviles para pozos de esquisto bituminoso y camiones dirigidos a distancia para transporte de gas o petróleo. Según la compañía Accenture, la tendencia en las tecnologías digitales no solo está cambiando rápidamente la práctica del trabajo en petróleo y gas, sino que también están cambiando la naturaleza misma de la fuerza laboral y sus experiencias, desde la contratación hasta las carreras profesionales. En los últimos años, las compañías petroleras



monitorean sus flotas de equipos desde una unidad central utilizando sensores para control, encendido y apagado de los equipos. Cuando se detectan anomalías, el personal de la compañía y el fabricante del equipo realizan diagnósticos antes de ordenar un apagado. General Electric, por ejemplo, está haciendo esto para turbinas de gas, inspeccionando paralelamente un potencial de 5000 instalaciones, optimizando considerablemente los tiempos y recursos.

Otro de las ramas que ha emergido es la de la automatización inteligente y es aplicable a la industria. Es una estrategia digital basada en cuatro capacidades *Digital Worker*, *Digital Talker*, *Digital Reader* y *Digital Thinker*. IoT hace posible capturar cantidades significativas de datos provenientes de dispositivos. Estos datos no tienen valor si se carece de las herramientas para evaluar y tomar decisiones. La propuesta de valor de la automatización inteligente se realiza cuando los *Digital Thinkers*, *Digital Talkers*, *Digital Readers* y *Digital Workers* (véase en la figura 5.2.1) están completamente integrados con sus contrapartes humanas en habilidades y mentalidad para trabajar de manera fluida con la tecnología. La automatización inteligente tiene cuatro categorías principales y representa una nueva forma de pensar que permite a las empresas descubrir, aprender, cambiar y crecer constantemente a medida que se esfuerzan por cumplir los objetivos comerciales. Es la combinación inteligente de personas calificadas y trabajadores digitales para capturar todos los beneficios de las tecnologías emergentes. Analiza grandes cantidades de datos permitiendo a los empleados anticiparse a problemas determinados como ¿qué equipo específico muestra signos de desgaste y debe reemplazarse?, ¿qué tipo de mantenimiento predictivo se puede aprovechar? ¿Cuál es el enfoque de fracking más efectivo para este pozo? Elimina la carga manual de datos mediante lectores digitales, que son básicamente herramientas de automatización cognitiva, como el aprendizaje automático, el reconocimiento basado en palabras clave y el procesamiento de formatos variables, responsable de capturar y cargar datos e imágenes para su uso en toda la empresa (Ernst & Young, 2017).

Figura 5.2.1 - Componentes de la Automatización Inteligente



Fuente: Elaboración propia basado en el Sitio Ernst & Young

5.3 Seguimiento trabajadores y contratistas en campo

El historial de los equipos de campo, sus registros de mantenimiento pueden ser administrados a través de sistemas basado en *blockchain*. Esto permite comprender la salud general del campo petrolero, optimizando la velocidad de las operaciones con altas tasas de utilización y recuperación a largo plazo. El historial de los equipos de campo, sus registros de mantenimiento e incluso los registros de rendimiento pueden ser administrados a través de sistemas basado en *blockchain*. Esto permite comprender la salud general del campo petrolero, optimizando la velocidad de las operaciones con altas tasas de utilización y recuperación a largo plazo. La implementación de identidad federada basada en *blockchain* impulsa que los certificados relacionados se registren automáticamente, la secuencia de trabajadores sea transparente y única para todos los que tienen acceso a datos (Consensys Media, 2018).

Para tareas más especializadas en la creación, mantenimiento y operación de pozos, los trabajadores necesitan certificaciones específicas para fines legales, de seguridad y



reglamentarios. Con la integración de una construcción de identidad federada *blockchain*, es decir, una identidad asociada específicamente con la propia empresa a través de una jerarquía de subcontratistas, todos los servicios de campos petroleros pueden gestionar colectivamente las certificaciones de sus empleados. La problemática tradicional que marca el autor al respecto es que en promedio, puede llevar hasta 45 días demostrar que un pozo o plataforma fue atendido correctamente con las personas certificadas. Para esta verificación, los datos deben obtenerse de decenas de compañías contratistas, llevando a cabo la verificación y certificación de identidad de cada uno de los trabajadores involucrados (Consensys Media, 2018).

Otro caso se da cuando el personal de operación comete errores al ingresar datos en la ficha de los campos petroleros. La tecnología *blockchain* no puede proteger completamente del error humano, alguien puede ingresar un número alfanumérico incorrectamente en una plataforma blockchain. Sin embargo, los registros de estos errores son mucho más claros con la transparencia proporcionada por esta tecnología traduciéndose en esfuerzos de consolidación, con menor costo y mano de obra (Consensys Media, 2018).

Los contratos inteligentes pueden estructurar automáticamente todos los datos involucrados en un único formato entendible, eliminando la necesidad de una reorganización manual. El *Smart Contract* puede tomar forma de dinero, porcentaje de ganancia, documento respaldatorio de que la tarea se completó ante cualquier tipo de reclamo, figura 5.3.1. Por otro lado, a medida que se perfora un pozo, la información de identificación de un pozo a veces se modifica. Esto genera confusión, ya que los registros anteriores no se actualizan con la información de identificación final del pozo o UWI, lo que significa que no siempre está claro sobre el pozo que se trabajó. La integración de los contratos inteligentes permite que los servicios de los campos petroleros continúen con la producción sin tener que detenerse para validar la ambigüedad de identificación anteriormente indicada. Todas las partes extraen la UWI y otra información de identificación desde *blockchain*, con el historial completo de auditoría (Consensys Media, 2018).

La inteligencia artificial puede ser implementada para la planificación del personal. Esto respalda que todas las tareas asignadas se completen a tiempo, con las habilidades

adecuadas. Automáticamente se genera una lista con tareas asignadas y toda la información relevante (qué / cuándo / dónde / cómo) destinada a ser enviada vía celular a los trabajadores (Blancett, Pocker, & Ranjan, 2019).

Figura 5.3.1 – Diferencias entre Contratos Actuales e Inteligentes



Fuente: Basado en el Sitio Cripto Educate <https://criptoeducate.online/contratos-inteligentes/>

5.4 Sísmica

Las implementaciones basadas en transmisión son plataformas de computación con motores de procesamiento de eventos que permiten el análisis de datos en movimiento. Discernir las formaciones geológicas subterráneas es la clave para identificar posibles sitios de perforación. Dado que los diferentes materiales en las formaciones transmiten vibraciones acústicas a diferentes velocidades, algunos elementos de las formaciones se identifican indirectamente con la sísmica. Los datos sísmicos se recopilan enviando impulsos de vibraciones acústicas en tierra o alta mar a intervalos sobre un área determinada. La delineación de este espacio se llama volumen sísmico, midiendo y registrando las velocidades de las señales que se transmiten a través de las formaciones que se reflejan en superficie. Si los datos sísmicos apuntan a un reservorio prometedor, se perforan pozos



exploratorios para recuperar datos y muestras de núcleos. Los microfósiles, o los restos de organismos microscópicos que quedan atrapados en los estratos geológicos, son marcadores críticos. Dado que ciertas especies de estos organismos viven en períodos específicos del registro geológico, sus restos fósiles microscópicos indican información acerca de la capa geológica en la que se encuentran. Con inteligencia artificial, los algoritmos de visión artificial pueden entrenarse para reconocer microfósiles específicos en imágenes ampliadas de cortes en las muestras del núcleo, y así identificar las capas geológicas correspondientes (Blancett, Pocker, & Ranjan, 2019).

5.5 Recolección e integración de datos

La clave para el sector del petróleo y el gas ha sido particularmente el desarrollo de IoT. Los datos generados por las máquinas comprenderán una mayor proporción para el año 2020, el 10 por ciento del universo digital correspondiente a 44 zetabytes se originará en dispositivos IoT. En cinco años, habrá siete veces más datos de IoT que los que hay hoy. (Oil & Gas Journal, 2018)

Según Selvage (2018) Internet de las cosas es uno de los motores del cambio, esto se ve impulsado en la posibilidad de gran cantidad de recolección de datos producto de la interacción con dispositivos físicos, lo que abre el mercado a los sistemas ya existentes como SCADA. ⁴⁴ Al respecto el autor sostiene:

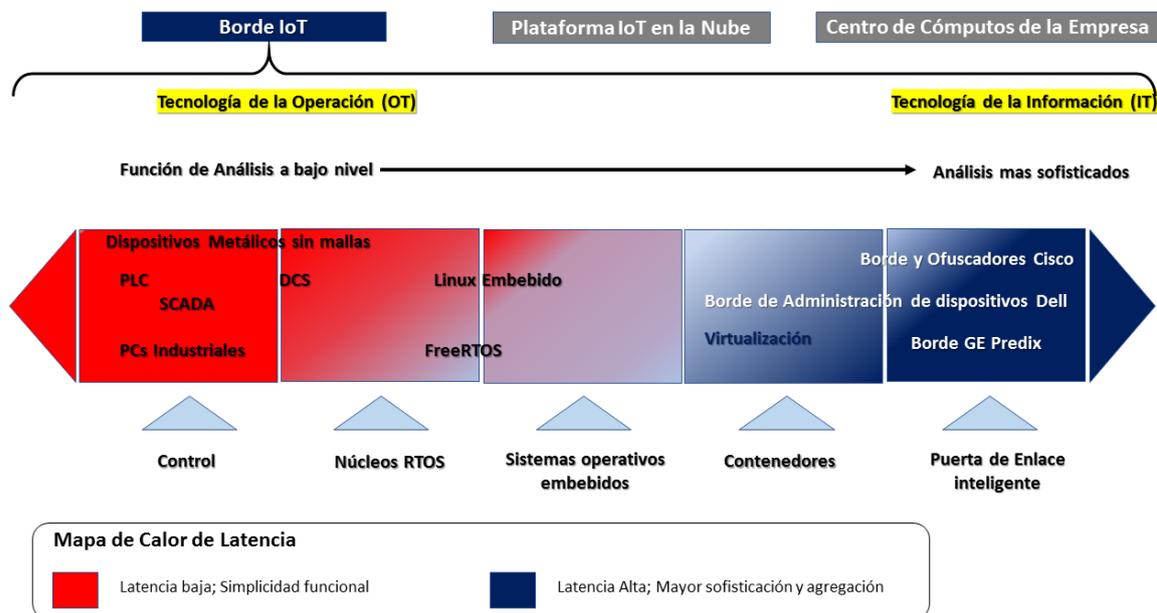
Los componentes de la arquitectura de datos de IoT están dados por sensores como fuente de datos: dispositivos físicos que generan cantidades masivas de datos en forma analógica o digital, historiador de datos: su función es la de capturar, almacenar y procesar enormes cantidades de datos operativos, procesamiento por lotes: captura, almacena y procesa datos de sensores originados a partir de determinadas fuentes de datos. procesamiento de flujo: procesa datos de sensores utilizando tecnologías en memoria mientras los datos aún están en movimiento, aplicaciones operativas y analíticas: permitiendo la toma de decisiones a través de aplicaciones operativas y analíticas, descubrir tendencias históricas e identificar fallas potenciales en los equipos (Selvage, 2018, pp. 3-4).

⁴⁴ Supervisión, Control y Adquisición de Datos.

Rocha (2018) indica, en referencia al párrafo anterior, que la clave principal pasa por el acceso a toda la información de la compañía, proveniente de las más diversas fuentes de datos junto con otros beneficios que ayudan a prevención de fraudes, análisis de comportamientos y supervisión. Mediante la integración y lectura de varias fuentes de datos se podrá identificar tendencias o patrones esenciales para mantener la competitividad. La convergencia tecnológica permite interconexión de equipos de operación, negocios y personas, cruzando los datos en cuestión de segundos.

Existen determinadas implementaciones que proporcionan al arquitecto de IoT la flexibilidad y posibilidad de diseño de diferentes tipos de análisis en varias partes de la arquitectura IoT. Existe una gama de opciones de implementaciones basadas en *endpoints*, figura 5.5.1, que van desde sistemas de control hasta soluciones en contenedores y en *gateways* inteligentes (Sapp, 2019).

Figura 5.5.1 – Implementaciones basadas en *Endpoints* - Análisis de *Software* de IoT



Fuente: Elaboración propia basado en grafico de Gartner

En otro ámbito, los equipos de operación para petróleo y gas sufren el desgaste correspondiente de acuerdo con su funcionalidad. Es importante realizar un seguimiento



diario mediante los datos recopilados en el monitoreo de las condiciones. Toda esta información se puede unificar en una etiqueta RFID ⁴⁵ para monitorear lo que le ha estado sucediendo en un equipo determinado. En base a esa información, las compañías pueden optimizar su plan de mantenimiento (Oil & Gas Journal, 2018).

Las implementaciones basadas en control son plataformas informáticas con *software* destinadas al control de procesos y/o adquisición de datos. Esto incluye PC industriales (IPC), PLC, sistemas de control avanzado y SCADA. Los sistemas de control pueden ejecutar la lógica SPC y PID para realizar análisis de bajo nivel que activan la automatización o reducen la cantidad de datos que viajan a través de una red. Las implementaciones basadas en contenedores son plataformas informáticas con software de virtualización a nivel de sistema operativo sobre *endpoints* y *gateways* para admitir análisis de IoT y plataformas perimetrales. Las implementaciones basadas en gateways inteligentes son puntos de agregación de datos para dispositivos de campo o redes inalámbricas. Las basadas en memoria con *software* que reside en memoria admiten el procesamiento transaccional y analítico e incluyen sistemas híbridos de procesamiento transaccional / analítico. Las basadas en *warehouses* agrupados son *software* que amplía el acceso a múltiples almacenes de datos utilizando una arquitectura de depósito de datos lógicos (LDW) (Sapp, 2019).

5.6 Prevención de riesgos laborales

Dentro del contexto del campo petrolero, un trabajador puede estar expuesto a temperaturas extremas, gases peligrosos o productos químicos nocivos. Además, trabajar con maquinaria pesada puede hacer que un técnico de campo sea vulnerable a las lesiones. En estas condiciones de trabajo desafiantes, se pueden emplear tecnologías portátiles, también conocido como *Wearables* o Vestimenta Tecnológica, para evaluar la salud de los técnicos de campo. Las tecnologías portátiles pueden controlar la frecuencia cardíaca, la deshidratación y la fatiga de los trabajadores. Estos dispositivos también pueden detectar la presencia de gases nocivos en los alrededores y alertar al trabajador. *Marathon Petroleum*

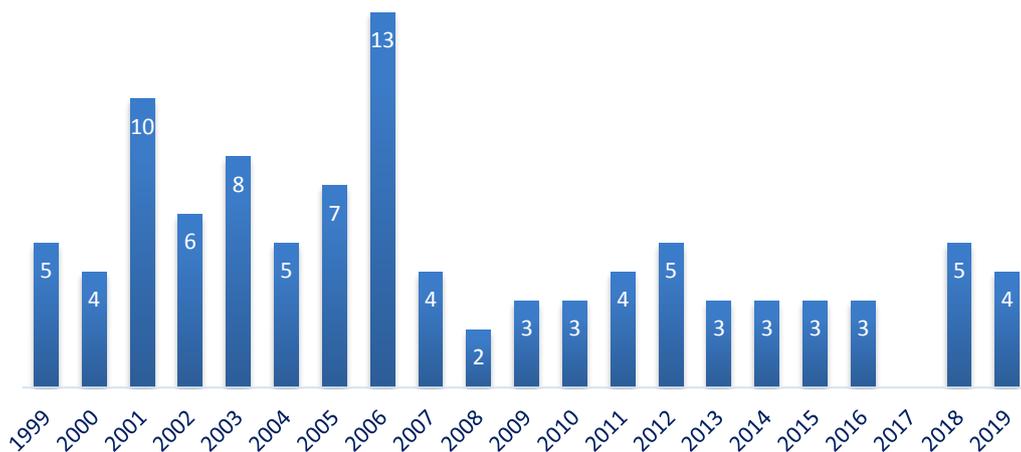
⁴⁵ Identificación por radiofrecuencia o inglés *Radio Frequency Identification*, sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas o transpondedores.



implementó *Accenture Life Safety Solution* en sus refinерías, para detectar la presencia de múltiples gases peligrosos utilizando tecnología portátil. Los dispositivos portátiles utilizados en esta solución están equipados con capacidades de detección de gas y generación de alarmas. Pueden transmitir información y la salud actual del trabajador a una unidad de monitoreo centralizada en tiempo real. La tecnología portátil puede usarse para rastrear eficientemente a la fuerza laboral durante las operaciones de campo, en caso de una situación de emergencia, como una fuga de petróleo o gas, el seguimiento de recursos puede identificar un recurso particular cerca del área y desplegarlos rápidamente para la recuperación del evento imprevisto. También se pueden usar para mantener a los trabajadores alejados de áreas peligrosas identificando a un trabajador cerca de un área restringida, y enviando alertas al sistema de monitoreo centralizado para mantener al trabajador sano y salvo (GlobalData Thematic Research, 2019).

Según la figura 5.6.1, las estadísticas oficiales indican para los últimos veinte años un centenar de muertes debido a maniobras fatales. También existen un sin número de accidentes donde los operarios quedan en grave estado o imposibilitados físicamente.

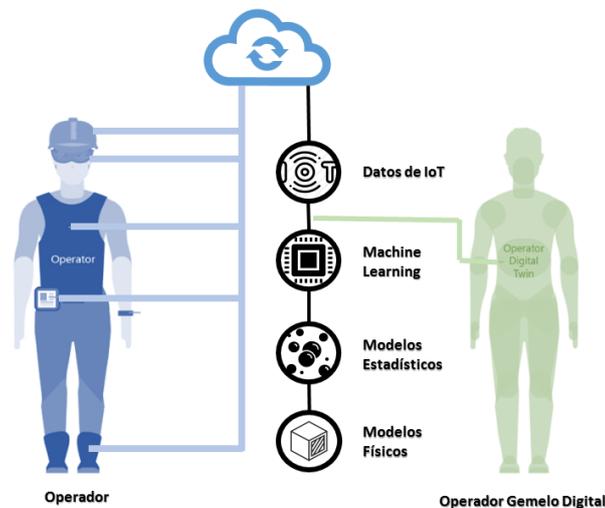
Figura 5.6.1 – Muertes en el ámbito petrolero en los últimos 20 años.



Fuente: Elaboración propia basada en datos del Instituto Argentino del Petróleo y el Gas.

Schueler (2019) indica que la cuarta revolución industrial está en marcha y por tanto la transformación digital, incluidos los sistemas ciber físicos, las redes IoT y los gemelos digitales están impulsando esta última entrega de la revolución industrial. Para el autor, los *wearables*, ayudan a crear entornos de trabajo más seguros al crear conciencia de la ubicación del operador en su contexto, rastrear la exposición a entornos peligrosos, eliminar la fatiga del operador como un caso raíz incidente, y obtener información crítica en tiempo real para el piso de la planta cuando más importa. El empleado está equipado con tecnologías portátiles, dispositivos electrónicos inteligentes incorporados en la ropa o usados en el cuerpo como implantes o accesorios como reloj inteligente, ordenadores holográficos portátiles o pantalla de visualización inteligente (HUD), etiquetas *bluetooth* de baja energía (BLE), ropa de trabajo inteligente (chalecos biométricos, cascos, botas) y microchips, tal como se puede visualizar en la figura 5.6.2. A través de la nube y utilizando el borde inteligente, los datos de IoT se recopilan para informar el aprendizaje automático, los modelos estadísticos y los modelos físicos, creando así el gemelo digital del operador. Estos datos se utilizan para modelar los hábitos de trabajo del gemelo humano, proporcionar modelos de fatiga e identificar peligros en el medio ambiente, por ejemplo, midiendo los viajes, las caídas, la frecuencia de pasos y aceleración para identificar peligros previamente desconocidos y la exposición de la persona hacia ellos.

Figura 5.6.2 – Gemelo Digital



Fuente: Elaboración propia en base al sitio <https://www.avanade.com>



5.7 Otros casos de uso relevantes

5.7.1 Predicción riesgo de corrosión

Algunos autores creen que el caso de una solución analítica basada en inteligencia artificial para predecir el riesgo de corrosión ha modificado el enfoque y percepción de los ingenieros de corrosión, mediante el auto aprendizaje aplicado al diseño de soluciones para prevenir la corrosión en función de las propiedades del crudo y el área de almacenamiento. La mayoría de los ingenieros y geo científicos son mayores de 55 años o menores de 35, y esto significa que no se ha tenido el mejor proceso para capturar y transferir el conocimiento de los más expertos a los no tanto. El camino de digitalizar y entregar este conocimiento a los más nuevos podría ser posible mediante inteligencia artificial. Las empresas petroleras que implementaron la plataforma de conocimiento crearon equipos de trabajo que incluían ingenieros de inteligencia artificial e ingenieros de corrosión. Esto hace posible una base de datos con capacidad de búsqueda utilizando datos de mantenimiento histórico que captura experiencias de expertos veteranos. Los ingenieros de corrosión de la empresa petrolera también pueden usar esto para identificar los tipos de crudo con los que están trabajando y descubrir riesgos, lecciones aprendidas y estrategias de mitigación de riesgos basadas en los registros históricos (Bharadwaj, 2019).

5.7.2 Visualización geológica en 4D

Un proceso computacionalmente intenso y lento que se conoce como migración, transforma las formaciones subsuperficiales en velocidad, profundidad y espesor. Una visualización de los datos es la forma convencional de interpretar la pila de formaciones que componen el registro geológico y las características del subsuelo, como fallas y domos de sal. Para los autores, la exploración ha avanzado en cuanto a visualización de datos en 4D, y por tanto, los algoritmos entrenados para interpretar petabytes de datos sísmicos reducen la necesidad de representación visual e identifican formaciones de interés para geocientíficos. Habrá excepciones que serán volúmenes más pequeños de datos sísmicos que deberán migrarse para su posterior visualización mediante inteligencia artificial (Blancett, Pocker, & Ranjan, 2019).



5.7.3 Gestión de residuos y reciclaje

Cuando nos referimos a la gestión de residuos y su reciclaje, existe un bajo incentivo económico para que las compañías de petróleo y gas reciclen o reutilicen ciertos productos necesarios en la operación de campo. La gestión de residuos no entra como parte del desempeño de una empresa. Con los contratos inteligentes se puede codificar la gestión de residuos y optimizar los recursos en las operaciones diarias. La optimización de los productos de desecho se alinea con otros incentivos económicos e impulsa el reciclaje (Consensus Media, 2018).

5.7.4 Seguimiento de explotación de tierras

La cantidad de aplicaciones que puede tener *Blockchain* a lo largo y ancho de la exploración y producción de petróleo y gas da cuenta del valioso aporte que tiene. En relación con el seguimiento de las tierras explotadas por las compañías petroleras, los derechos de propiedad basados en *blockchain* proporcionan un registro único, claro e inmutable de quién posee qué tierra y qué minerales. Para el caso del transporte de agua, crudo, condensados, arena, materiales de *fracking*, equipos y suministros mediante camiones durante la fase de perforación, son excelentes ejemplos de convergencia IoT con *blockchain* (Consensus Media, 2018).

5.7.5 Reparación y mantenimiento

La impresión 3D está surgiendo como una alternativa innovadora para las empresas del sector del petróleo y el gas para etapas de análisis de sus cadenas de suministro y prácticas de ingeniería. Cada vez más se están implementando tecnología de impresión 3D por ser valiosa en la enseñanza de reparación y mantenimiento *on-site*,⁴⁶ en especial para equipos de alta mar que requieren reemplazo de herramientas o piezas convencionales para el mantenimiento en áreas aisladas. Dichas piezas y equipos se podrían imprimir en 3D e incluyen casi todo lo que pueda dibujarse en 2D, tales como moldes y cuerpos de brocas de

⁴⁶ En el mismo sitio.



fijación. Todo esto permite reducción de costos, y mejora de rendimiento e integridad de los activos (Oil & Gas Journal, 2018).

5.7.6 Capacitación y gestión del conocimiento

La realidad aumentada aporta valor en la capacitación y gestión del conocimiento creando entornos de capacitación, asistencia y soporte en el trabajo (Blancett, Pocker, & Ranjan, 2019). Simancas (2019), indica que para entender el fusionamiento de las tecnologías es necesario conocer los siete conceptos claves que fusiona el concepto de la tecnología, haciendo referencia a fabricación aditiva, robótica colaborativa, herramientas de planificación de la producción, visión artificial, realidad virtual, gamificación, simulación de procesos, inteligencia operativa, IoT y la llamada KET o Tecnologías de habilitación de claves.

5.7.7 Automatización de tareas en plataformas offshore

En *Upstream*, una plataforma de producción offshore puede tener varias etiquetas de datos y numerosos procesos repetitivos, no todos los cuales están conectados o utilizados. La conversión de este complejo flujo de datos requiere nuevas capacidades cuidadosamente diseñadas para la manipulación, análisis y presentación de datos, así como también en la toma de decisiones (Blancett, Pocker, & Ranjan, 2019).

Una plataforma petrolera *offshore* puede generar entre 1 y 2 TB ⁴⁷ de datos diarios. La mayoría de estos datos son críticos y corresponden a producción y seguridad. Una conexión satelital ⁴⁸ normalmente llevaría 12 días para mover estos datos a un repositorio central. El uso de *Edge Computing* ⁴⁹ posibilitó a las compañías evaluar estos datos localmente para determinar si son necesarios moverlos a la nube o a su centro de datos (Oil & Gas Journal, 2018).

⁴⁷ Terabytes.

⁴⁸ Enlace de comunicaciones más común para las plataformas petroleras en alta mar.

⁴⁹ Paradigma informático distribuido que acerca procesamiento y almacenamiento de datos a la ubicación donde se lo necesita, mejorando los tiempos de respuestas y ahorro de ancho de banda.



Resumen Capítulo V

El desarrollo del presente capítulo se presentó algunas de las tantas implementaciones y casos de usos que están en marcha y son tendencia para la operación del Upstream dentro de un entorno de convergencia tecnológica. Garantizar compatibilidad de los fabricantes de hardware y software hace amena la integración de ambos puntos. Las tecnologías operativas incluyen cada vez más *software*, sensores, sistemas de almacenamiento, e intercambio de información de forma autónoma con el desencadenamiento de acciones y control independiente. El manejo masivo de datos, la inteligencia artificial, la inteligencia de negocios, internet de las cosas, realidad aumentada, la automatización robótica de procesos y *blockchain* entre otras, hacen a las principales innovaciones que ha adoptado la industria del petróleo y gas para llevar adelante sus objetivos.

El marco de trabajo en la industria del petróleo desde la perspectiva digital centra sus ejes bajo las aplicaciones de negocios, escenarios multi-nube y redes de alto rendimiento, con el agregado de la manipulación fluida de las más diversas fuentes de datos bajo la atenta mirada de ciberseguridad, análisis de comportamientos y supervisión. La inteligencia artificial también entra en juego, con emulación de pensamientos humanos automatizando actividades como la toma de decisiones, resolución de problemas y autoaprendizaje, actúan como humanos, piensan racionalmente y actúan racionalmente. Por otro lado, algoritmos con actitudes humanas representado en computadoras que realizan tareas de forma similar a como lo hacen las personas, como el caso de los robots. La automatización robótica de procesos ha dado su aporte en cuanto a la multiplicación de fuerzas, como lo es la perforación robótica autónoma es otro caso en donde se elimina la intervención humana. Los dispositivos IoT son en gran medida la puerta de entrada a la integración y convergencia tecnológica por entender el lenguaje de ambos mundos y generar la interacción necesaria. La tecnología blockchain puede disminuir el error humano proporcionando un único depósito de información comandados por contratos inteligentes.

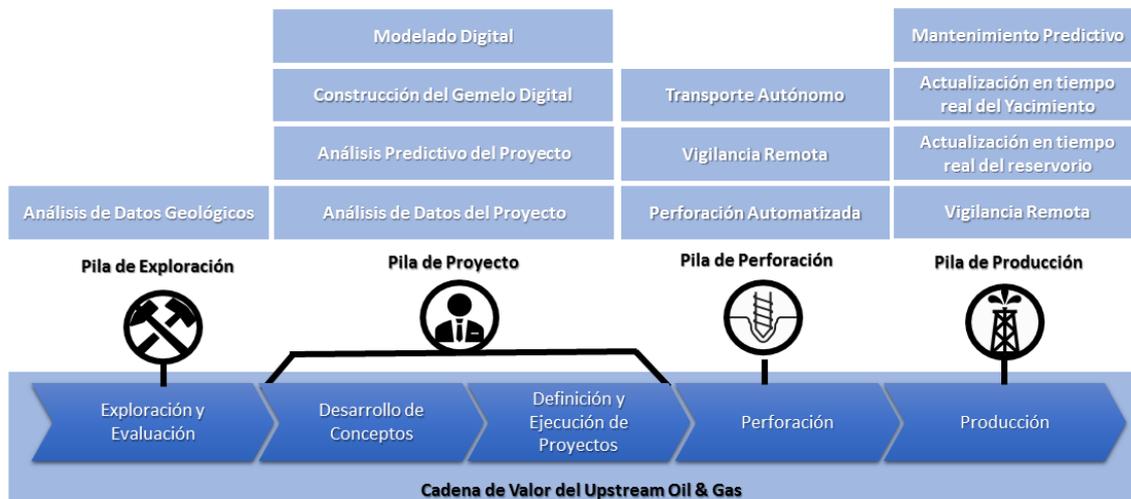
Si IT y OT operan de forma aislada, seguramente no será probable analizar ni reconocer patrones específicos a fin de resolver problemas diarios, la disponibilización de todas estas tecnologías hace posible pensar en escenarios de integración, con procesos productivos más flexibles, eficientes y veloces.

CAPITULO VI – HACIA UN NUEVO MODELO

6.1 Introducción

A pesar de la reducción de los márgenes gananciales en los últimos tiempos producto de la caída de precios, la mayoría de las empresas hidrocarburíferas tienen presupuesto suficiente para invertir en una estrategia tecnológica robusta abarcativa con soluciones que mejoren el diseño y la evaluación de proyectos, permitan operaciones de perforación no tripuladas, aumenten la confiabilidad del ecosistema y predigan las necesidades de mantenimiento. La figura 6.1.1 muestra las fases de procesos del Upstream desde distintas torres o pilas de trabajo tecnológicas. Este nuevo marco no solo aumentará la eficiencia, sino que también respaldará un crecimiento rentable (Stuart Fraser, Anastaselos, & Ravikumar, 2018).

Figura 6.1.1 - Industria 4.0 aplicada en las fases del *Upstream* Petrolero.



Fuente: Elaboración propia en base al sitio del sitio Infosys <https://www.infosys.com/>

El enfoque de pila de tecnología se divide en cuatro tipos: exploración, proyecto, perforación y producción. El proceso de digitalización será único para cada pila por dos razones, en primer lugar, cada pila está compuesta por un ecosistema discreto de compañías con sus propios acuerdos comerciales, flujos de datos y desafíos técnicos, cada pila tiene una madurez digital diferente, en segundo lugar, la naturaleza de los datos generados y utilizados en cada pila difiere de las restantes (Santamarta, Singh, & Forbes, 2017).



Los autores continúan dando más detalle al respecto, representativo en la figura 6.1.2. Los datos de la fase exploración y evaluación que alimentan la pila de exploración, se recopilan de encuestas, pozos exploratorios y muestreos; posteriormente procesados juntos para obtener información sobre el reservorio. Los datos de la fase de desarrollo de conceptos y definición y ejecución de proyectos que admite la pila de proyectos son combinaciones de datos estáticos y dinámicos, variables de modelos de yacimientos, arquitectura de campo e información de diseño de equipos. Los datos de la fase de perforación y de producción que admite las dos pilas finales (Perforación y Producción), son datos de transmisión, derivados de operaciones de perforación e instalaciones.

Figura 6.1.2 – Los cuatros pilas tecnológicas del *Upstream* por tipo de dato.



Fuente: Elaboración propia en base al sitio BCG <https://www.bcg.com/>

6.2 Torre de Exploración

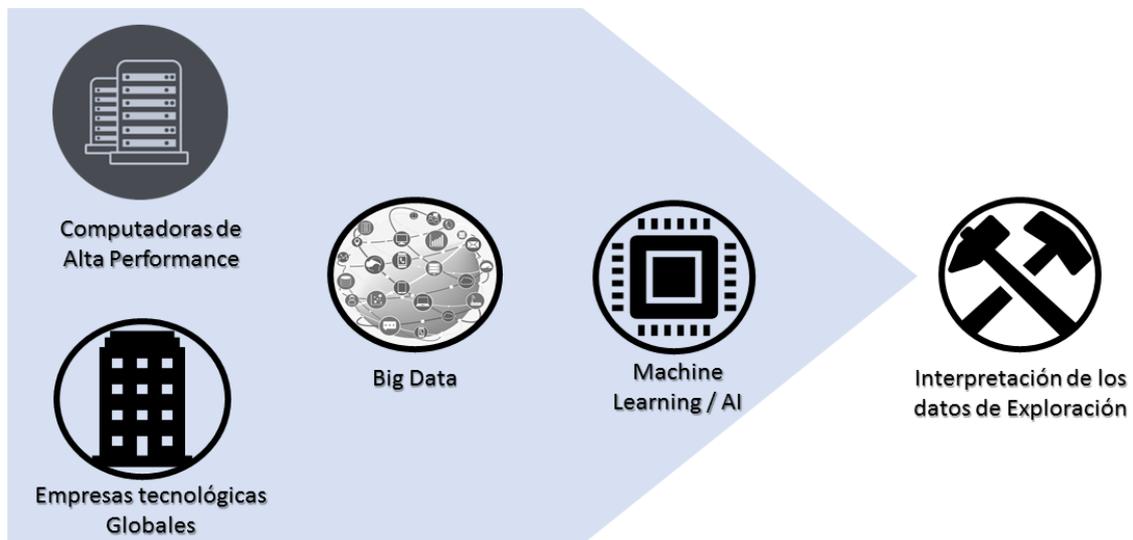
Mediante la digitalización, la fase de exploración puede cambiar su enfoque con el desarrollo de análisis de datos geológicos. Técnicas avanzadas de análisis y aprendizaje automático para grandes volúmenes de datos proporcionan a los equipos de exploración información precisa y significativa, tal como se visualiza en la figura 6.2.1 (Stuart Fraser, Anastaselos, & Ravikumar, 2018) .



Santamarta y otros (2017) señalan que la aplicación de métodos de *machine learning* para el modelado de reservorios, basados en grandes volúmenes de datos alimentados por computadoras de alto rendimiento, acelerarán y mejorarán la interpretación de los datos de exploración. Continúan afirmando que aprovechar esta oportunidad requerirá una inversión sustancial en el campo emergente de *machine learning*, así como una mayor cooperación entre las compañías de petróleo y gas, procesamiento de datos sísmicos y convergencia IT/OT. Las primeras implementaciones ya están localizando fallas geológicas de forma automática a partir de datos sísmicos sin procesamiento. Por tanto, el *Upstream* en sí junto los operadores y las empresas contratistas que otorgan el servicio de campo deberán adoptar nuevas estrategias. Los operadores actualmente coordinan la cadena de valor y poseen la mayoría de los datos críticos en todo su ciclo de vida, junto con la propiedad de los datos y modelos del subsuelo, fuentes claves de ventajas competitivas. Al introducir la automatización en las tareas de interpretación de datos, los operadores deberán fortalecer sus capacidades informáticas de alto rendimiento e invertir horas de capacitación en análisis avanzado y aprendizaje automático.

Las empresas contratistas proporcionan la mayoría de las capacidades de adquisición de datos en exploración, ofreciendo soluciones y *software* para procesamiento de datos. Sin embargo, sus posiciones tradicionales podrían verse amenazadas por el rápido cambio hacia arquitecturas de computación de alto rendimiento basada en soluciones *cloud* y nuevos expertos en tecnología *machine learning*. Para evitar interrupciones o pérdida de continuidad de los servicios, las contratistas deberán migrar sus sistemas *legacy* hacia las nuevas arquitecturas computacionales e invertir en nuevas competencias que abarquen capacidades analíticas y aprendizaje automático (Santamarta , Singh , & Forbes, 2017).

Figura 6.2.1 – Transformación digital en la fase exploratoria del Upstream



Fuente: Elaboración propia en base al sitio Infosys <https://www.infosys.com/>

6.3 Torre Equipo de proyecto

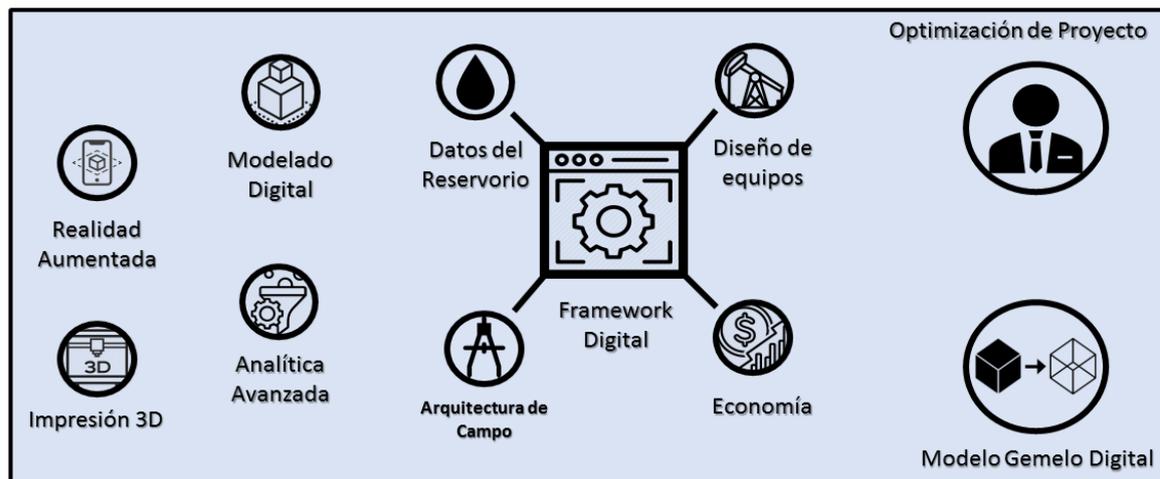
La digitalización del *Upstream* alcanzará a aquellas organizaciones que diseñan, evalúan y elijan el mejor proyecto, permitiéndoles considerar tantos parámetros como sea posible. Cuando se aplican técnicas avanzadas de análisis y modelado digital a varias entradas de datos, se genera un marco digital con posibilidad de evaluar un número exhaustivo de proyectos, figura 6.3.1. Sobre la base de estas evaluaciones, las empresas pueden elegir proyectos que se adapten a sus parámetros elegidos abriendo nuevas formas y caminos de validación de proyectos *Upstream* (Stuart Fraser, Anastaselos, & Ravikumar, 2018).

Ampliando el párrafo anterior, una nueva generación de herramientas de simulación y modelado digital vincula datos de yacimientos, arquitectura de campo, diseño de equipos y resultados económicos en un solo marco digital. Esto abre a las compañías petroleras a decidir de forma ágil cual será el diseño de campo más económico entre una gran cantidad de posibilidades. Utilizando datos históricos, las compañías podrán desarrollar un "gemelo digital" del activo, para luego disponibilizarlo durante la vida útil del pozo y modelar modificaciones complejas en su diseño, procesos y equipos desde la perspectiva virtual, antes de aplicar cambios en el mundo real. Este cambio digital puede impactar

significativamente en el proceso de desarrollo de la fase del proyecto, llevando a las compañías involucradas a tomar medidas específicas dentro de la fase de proyecto (Santamarta , Singh , & Forbes, 2017).

Los operadores gestionan procesos complejos y secuenciales, estableciendo estándares y contratos con gran número de recursos humanos. A futuro, deberán adoptar un enfoque más iterativo e integrado, construyendo nuevos modelos de compensación provocados por la fuerte reducción de horas de trabajo. En este sentido, las empresas de ingeniería es probable que también vean una reducción significativa de horas como resultado de la digitalización. Aquellos que generen un conjunto de habilidades, que luego puedan desarrollar y plasmarlas en software propietarios con enfoque en la automatización, serán los mejores posicionados, involucrándose desde la etapa inicial, con soluciones de bajo costo, minimizando el impacto de cambios o ajustes costosos y asociándose con fabricantes de equipos OEM ⁵⁰ para soluciones prediseñadas. (Santamarta , Singh , & Forbes, 2017).

Figura 6.3.1 – Transformación digital en la fase de proyectos *Upstream*



Fuente: Elaboración propia en base al sitio Infosys <https://www.infosys.com/>

⁵⁰ *Original Equipment Manufacturer*, en el idioma inglés.

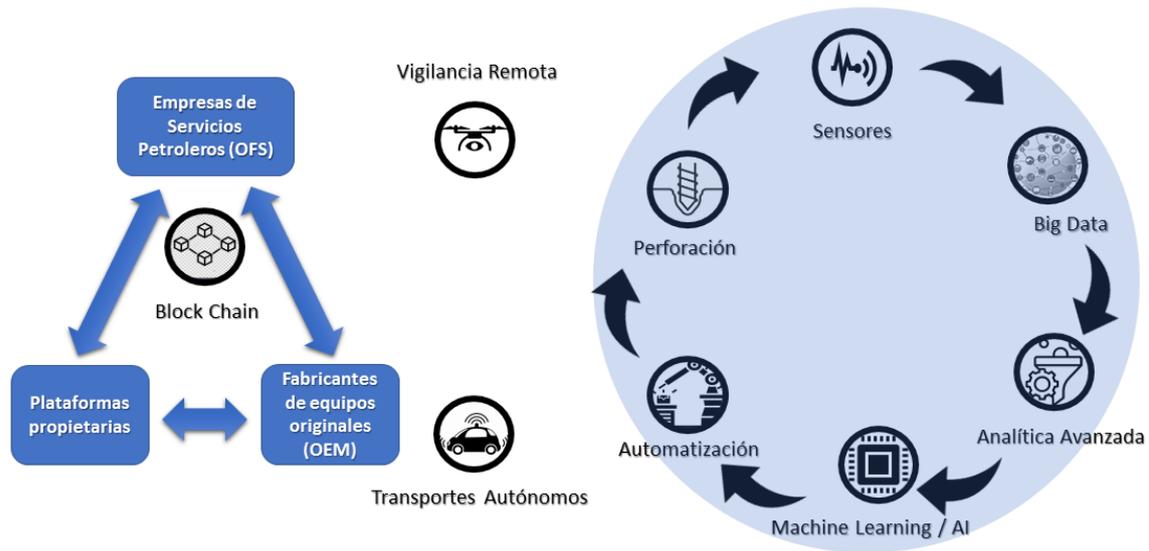


6.4 Torre Perforación

Según Stuart Fraser y otros (2018), las soluciones digitales se pueden utilizar para modernizar la operación en los pozos, al permitir una mejor coordinación entre las diferentes partes involucradas en la ejecución y automatización de las tareas de perforación, figura 6.4.1.

La tecnología *blockchain* (ya vista en el Capítulo V – Sección Blockchain) puede establecer estándares de colaboración entre *stakeholders* y proveedores de servicios. También puede aumentar la seguridad de los datos al permitir el intercambio de forma confidencial dentro del ecosistema de trabajo. Sin embargo, antes de automatizar la perforación, se debe integrar los activos físicos junto con los sistemas digitales, utilizando tecnologías que habilitan el bucle de valor físico a digital. Aquí, los sensores de IoT pueden recopilar datos del pozo o del campo de perforación. Estos datos son representativos en grandes volúmenes y pueden almacenarse como históricos, estándares de activos de proveedores, etc. La aplicación de análisis avanzado en este marco de gran volumen de datos proporcionará información sobre las operaciones revelando oportunidades para implementar la automatización e inteligencia artificial. Los robots pueden ser usados para ejecutar decisiones operativas en el lugar de trabajo, ya sea en el pozo o el campo de perforación, y los drones o vehículos autónomos podrán supervisar operaciones, o ayudar con tareas de alto riesgo humano (Stuart Fraser, Anastaselos, & Ravikumar, 2018) .

Figura 6.4.1 – Transformación digital en la fase de perforación *Upstream*



Fuente: Elaboración propia en base al sitio Infosys <https://www.infosys.com/>

Las oportunidades en la fase de perforación generarán el desarrollo de sistemas integrados de automatización. Junto con la colaboración de los propietarios de plataformas, empresas de servicios petroleros y fabricantes de equipos OEM. Esto dará como resultado una perforación autónoma. Hasta ahora, se han automatizado elementos discretos del proceso de perforación, sin embargo, las compañías están trabajando para vincular subsistemas y transformar toda la operación de perforación (Santamarta , Singh , & Forbes, 2017).

El diseño y la perforación de pozos automatizados reducirán sustancialmente los costos y los tiempos de perforación, mejorando la capacidad para perforar de manera más consistente agujeros de alta calidad. Al brindar una mayor transparencia al proceso de perforación, las tecnologías digitales están permitiendo a las compañías pasar de un modelo de compensación de tarifas diarias, a modelos basados en resultados y desempeño, recompensando a los proveedores que cumplan con éxito factores claves de rendimiento. Este nuevo enfoque incentivará a las empresas de perforación a invertir en tecnología, y a las de servicios en el ahorro de los tiempos. En base a esto, la tendencia será un aumento de asociaciones y cooperaciones entre contratistas de servicios petroleros, los principales



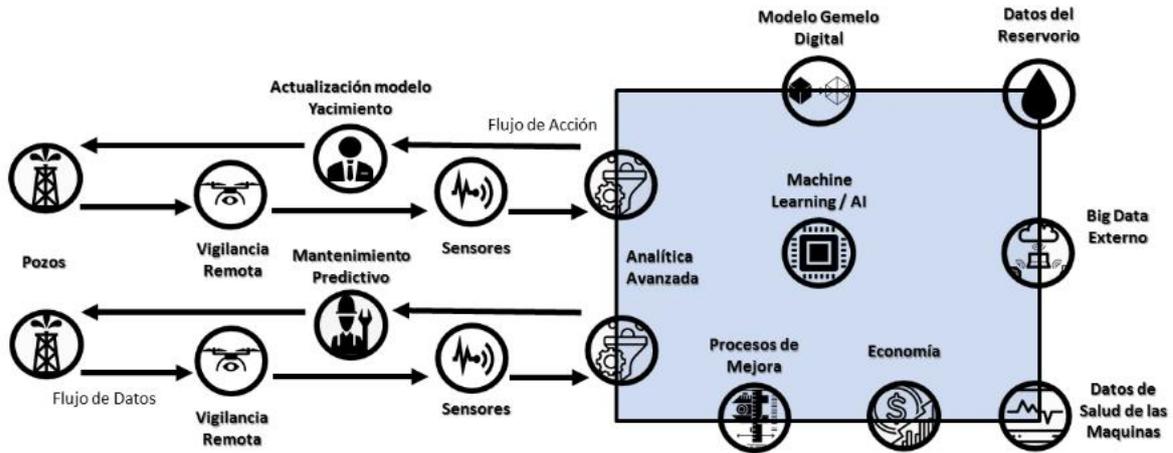
fabricantes de OEM y las compañías de equipos de perforación, con el objetivo de ofrecer a los operadores soluciones integradas provistas de una mayor automatización. Los operadores deben mantener el control sobre el plan de perforación y aprovechar el aprendizaje en los pozos para automatizar y mejorar el diseño de la ingeniería de pozos. Los proveedores o propietarios de las plataformas tecnológicas deberán agregar valor al proceso de perforación explotando los datos generados para optimizar el rendimiento de las plataformas de forma que se beneficien los operadores y las empresas prestadoras de servicios petroleros. Los proveedores y las compañías de servicio deberán asociarse con los fabricantes de sensores y sistemas de control industrial para mejorar la automatización e integración de los procesos (Santamarta , Singh , & Forbes, 2017).

6.5 Torre Producción

La Industria 4.0 ayudará a conectar digitalmente los activos operativos y evaluar su rendimiento en busca de eficiencia, daños y necesidades de mantenimiento, figura 6.4.1. Esto tendrá un impacto positivo en los resultados de las pérdidas y ganancias en las operaciones. Sensores IoT y drones controlados a distancia podrán recopilar datos operativos, vigilando los activos en tiempo real, permitiendo comprender el estado situacional de lo que está ocurriendo. La agregación de datos ⁵¹ habilitará la recopilación de datos de diferentes fuentes, tal como *big data*, gemelos digitales, estándares del estado, estándares económicos y métricas de rendimiento de todos los activos. La aplicación de técnicas avanzadas de análisis e inteligencia artificial en dichos datos posibilitará evaluar la productividad, prediciendo las necesidades de mantenimiento y toma de decisiones sobre las mejoras a realizar en los campos petroleros de forma ágil y eficiente (Stuart Fraser, Anastaselos, & Ravikumar, 2018).

⁵¹ Proceso de minería de datos donde los datos se buscan, se reúnen y se presentan en un informe de formato resumido para conseguir objetivos o procesos específicos de negocio, así como para realizar análisis.

Figura 6.4.1 – Transformación digital en la fase de producción *Upstream*



Fuente: Elaboración propia en base al sitio Infosys <https://www.infosys.com/>

En producción, la implementación de nuevas tecnologías digitales, como el caso de *big data*, permitirá captura y procesamiento en tiempo real de grandes volúmenes de datos, tanto estructurados como no estructurados. Al extraer automáticamente información de una combinación de datos derivados de equipos o máquinas, producirá una mejora en el rendimiento del sistema, los registros y la capacidad de los operadores a nivel operativo (Stuart Fraser, Anastaselos, & Ravikumar, 2018).

Como se ha introducido en el párrafo anterior, los datos generados por las máquinas habilitarán la implementación del mantenimiento predictivo, mejorando el tiempo de actividad y funcionamiento en entornos críticos. El rendimiento general del sistema puede ser optimizado aún más, combinando datos de los modelos de yacimientos, las mediciones de pozos y procesos, el estado de las máquinas y el balance económico del campo en tiempo real. Una integración de datos tan completa posibilita actualizaciones continuas de modelos de yacimientos basados en el comportamiento individual del pozo. Esto conducirá no solo a mejores tasas de producción sino también a una recuperación superior a nivel hidrocarburo (Stuart Fraser, Anastaselos, & Ravikumar, 2018).

Hasta hace poco, los formatos de datos incompatibles o heterogéneos dificultaron conectividad. Gracias a las tecnologías IoT, hoy se ofrece alta conectividad entre sensores y



equipos de producción, mejorando la recopilación de datos. Estos nuevos beneficios serán posibles si se abre el ecosistema de *software* de producción, reduciendo barreras a nuevas empresas y proveedores especializados, por tanto, poniendo en jaque a modelos comerciales ya establecidos. Los operadores tienen una importante función de supervisión, reunir datos de diferentes proveedores a lo largo de la cadena de valor y permitir la optimización de todo el activo (depósito, pozos e instalaciones). Estas empresas deberán asumir un papel de liderazgo y colaborar con otros operadores y proveedores de tecnología de IoT para desarrollar estándares incluyendo nuevas plataformas de datos. Los OEM deberán emprender dos cambios significativos: deben cambiar de una mentalidad de ventas de *hardware* a una orientada al servicio y, a su vez, deberán desarrollar la capacidad de producir, administrar, brindar soporte, y valorar correctamente las soluciones centradas en software. Los OEM deberán ajustar sus productos, aprovechar los sensores de manera diferente y convertirse su modelo de negocio en servicios. También elevar la compatibilidad de sus equipos y protocolos con las infraestructuras que utilizan los operadores (Stuart Fraser, Anastaselos, & Ravikumar, 2018).

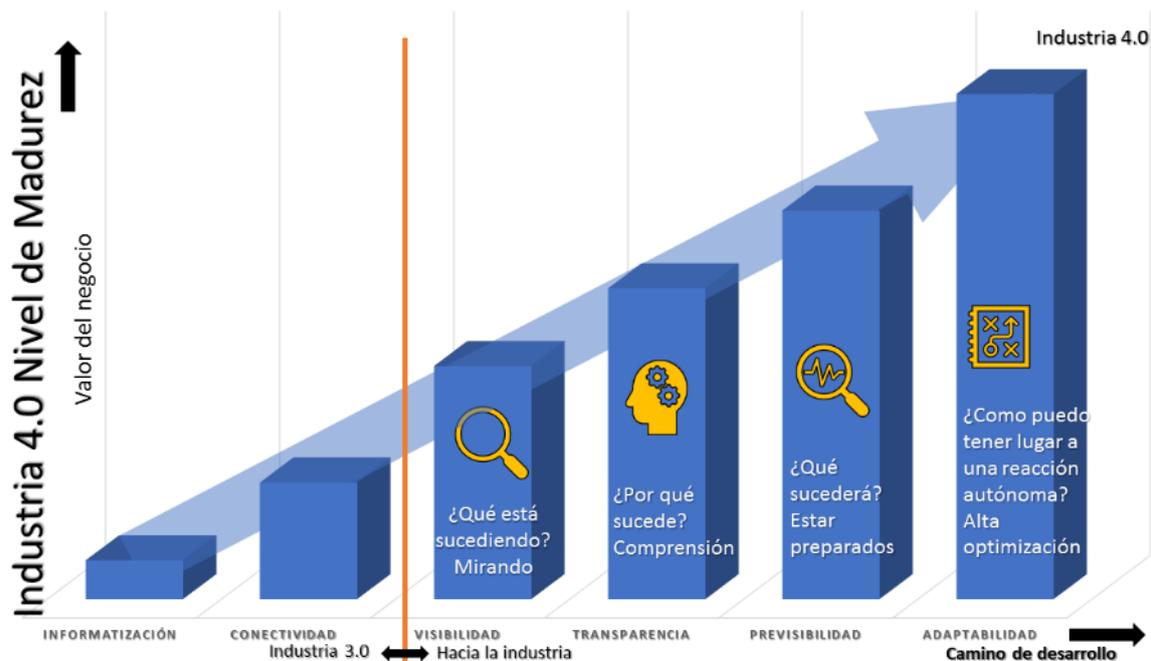
6.6 Roadmap de Implementación

La implementación de este nuevo modelo de trabajo requiere una comprensión holística de toda la organización, incluidas sus capacidades, prioridades, cultura y nivel de madurez digital. Exige participación directa de los ejecutivos de nivel C, particularmente los CEO que poseen una comprensión profunda de la organización y con liderazgo superior para la transformación y la gestión del cambio impulsadas por Industria 4.0. Los estudios muestran que los activos integrados y conectados de las compañías de petróleo y gas pueden generar hasta 1.5 terabytes de datos por día. A pesar de esto, muchas empresas aún carecen de las capacidades para aprovechar toda esta información relevante. Las empresas deben considerar adoptar la Industria 4.0 utilizando un enfoque holístico y evaluar su índice de madurez tecnológico (Stuart Fraser, Anastaselos, & Ravikumar, 2018).

El índice de madurez de la Industria 4.0 contiene cuatro niveles de madurez como se describe a continuación, y también en la figura 6.5.1. **VISIBILIDAD:** El monitoreo de procesos en tiempo real a través de sensores y dispositivos genera un modelo digital

actualizado o un gemelo digital. **TRANSPARENCIA:** la aplicación del análisis de causa raíz y el conocimiento de ingeniería permite una toma de decisiones compleja y rápida. **PREDICTABILIDAD:** simulando varios escenarios futuros e identificando los más probables, las organizaciones pueden anticipar desarrollos futuros, mejorando así la toma de decisiones. **ADAPTABILIDAD:** los datos del gemelo digital pueden impulsar decisiones que se pueden implementar automáticamente, lo que lleva a los mejores resultados posibles en plazos más cortos. Este grado de adaptabilidad depende de la complejidad de las decisiones y las relaciones costo-beneficio (Stuart Fraser, Anastaselos, & Ravikumar, 2018).

Figura 6.5.1 – Índice de Madurez de la Industria 4.0



Fuente: Elaboración propia en base al sitio Infosys <https://www.infosys.com>

Resumen Capítulo VI

El ecosistema de Torre o pila tecnológica en los procesos del Upstream propone un marco disruptivo debido a la digitalización. Todas las fases tradicionales están solventadas sobre un esquema plenamente tecnológico que deberá impulsarse con la inversión necesaria para llevarlo adelante. Hará falta readaptar hacia nuevos conocimientos y roles, y realizar reingeniería de lo conocido hacia estos nuevos marcos. Las cuatro torres o pilas tecnológicas de trabajo están dada por exploración, proyecto, perforación y producción. Cada pila tendrá



su ecosistema discreto de compañías, con propios acuerdos comerciales y flujos de datos distintos. La pila de exploración con datos de pozos exploratorios y conjuntos de evaluaciones para la confección digital del reservorio. La pila de proyecto con datos de selección, definición y ejecución, combinando datos estáticos y dinámicos, o variables de modelos de yacimientos, arquitectura de campo e información de diseño de equipos. Los datos de perforación y producción derivados de operaciones de perforación e instalaciones de producción.

Para la Torre de exploración lo más sobresaliente es poder desarrollar análisis de datos geológicos mediante la digitalización y el conocimiento, otorgando información precisa y significativa. Esto requiere de aprendizaje automático, mayor cooperación entre las compañías de servicio petroleras, procesamiento de datos sísmicos y convergencia IT / OT. La aplicación de métodos de machine learning, acelerará y mejorará significativamente la interpretación de los datos de exploración, y esto ya está aportando valor en la localización de fallas geológicas de forma automática a partir de datos sísmicos sin procesar.

Por último, la implementación requiere una comprensión holística de toda la organización ya que los activos integrados y conectados pueden generar gran cantidad de datos diariamente, y muchas empresas aún carecen de las capacidades para aprovecharla. Es necesario hacer una evaluación de los cuatro niveles de madurez capaz de saber el grado actual de adopción de la industria 4.0 de cada organización para entender estadio actual. Esto se puede medir según los índices de visibilidad, transparencia, predictibilidad y adaptabilidad tecnológico.



CAPITULO VII – CAMBIO ORGANIZACIONAL

7.1 Introducción

Según la definición de objetivos para el presente trabajo y su desarrollo, en este capítulo se abordará el cambio organizacional sobre las compañías petroleras al desplegar la integración tecnológica, junto con los factores posible de oposición y alineamiento a este posible cambio.

Desde la profundización teórica, es necesario abordar el cambio organizacional como un objeto de estudio de forma independiente desde el punto de vista de diferentes autores, modelos y metodologías necesarias para llevarlo a cabo. Luego, se introduce a la tecnología como anexo protagónico y esencial para el nuevo escenario de las organizaciones presentes y futuras, su adaptación y consecuencias asociadas.

En línea con aspectos micro y mezo ya vistos anteriormente, no se puede dejar de lado aspectos de competencias ocupacionales, brechas y gestión del conocimiento que las organizaciones deberán tener en cuenta ante la volatilidad continua de nuevas formas de soluciones tecnológicas apoyadas sobre casos de uso concretos.

Los aspectos a detalle que conforman el Upstream, que fueron desarrollados en el CAPITULO I – La Industria del Petróleo, tienen como fin presentar las tareas de búsqueda de petróleo crudo y gas natural, que puede darse tanto a niveles subterráneos como submarinos. Una vez encontrado estos potenciales yacimientos, se perforan pozos exploratorios para evidenciar de forma práctica los estudios previos realizados, y posteriormente la perforación y explotación de los pozos se encarga de extraer el petróleo crudo o el gas natural a superficie para luego ser tratados. Los procesos que conforman cada bloque de estas subáreas pueden ser alcanzados en mayor o menor medida por cambios estratégicos a nivel organizacional producto de la inclusión de nuevas formas de trabajo comandadas por la convergencia tecnológica, la digitalización e industria 4.0.

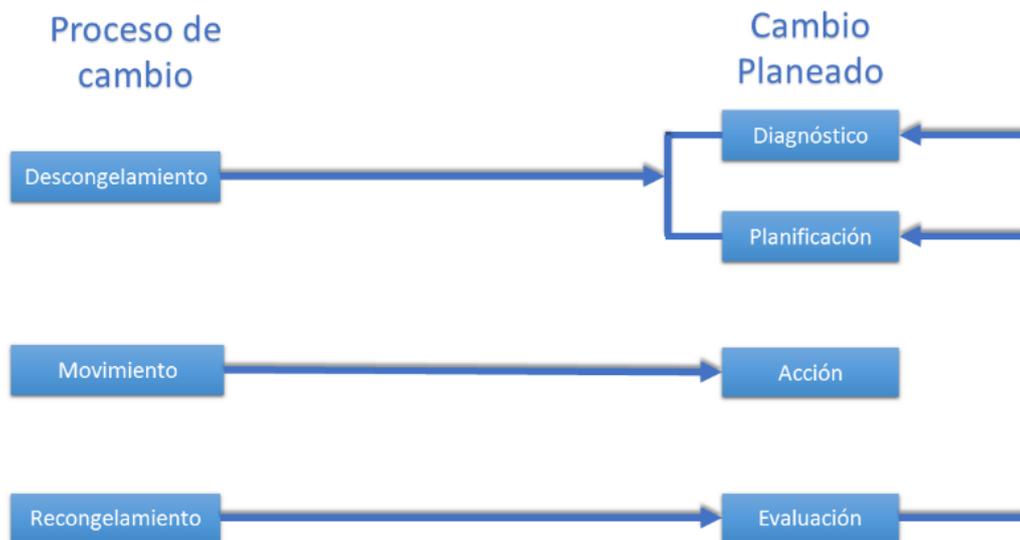


7.2 El cambio conceptual

El concepto más fructífero del proceso de cambio es probablemente, a juzgar por la frecuencia con que se emplea, el modelo de tres pasos que presentó Kurt Lewin (1947): Descongelar el sistema que opera un patrón concreto, pasar a un patrón nuevo y recongelarlo según este nuevo patrón. Lewin postuló que los sistemas tienden a operar según un patrón específico a un nivel concreto mientras haya un equilibrio relativo de fuerzas obrando sobre el sistema, tal como se aprecia a continuación en la figura 7.2.1.

En el descongelamiento se experimenta tensión organizacional y la necesidad de un cambio patrocinado por un nuevo director, en el proceso de cambio en sí los individuos de la organización ensayan los cambios propuestos para luego en el recongelamiento reforzar e internalizar la nueva conducta y actitudes, o caso contrario el rechazo y abandono (Lewin, 1947).

Figura 7.2.1 – Modelo de tres pasos de Kurt Lewin



Fuente: Elaboración propia basado en bibliografía del autor.

Kolb y otros (1982) indican que cuando la influencia de un cambio tiene éxito, se produce no solo en la manera en que un individuo se relaciona con el agente de la influencia, sino también con su compañero de tareas y consigo mismo. A medida que se desvanecían y reformaban los patrones de interacción tenían lugar cambios dentro de los individuos del



caso, cambios en sus sentimientos para con ellos mismos y en los objetivos que se buscaban. Es esto, los autores identificaron cuatro subprocesos principales que tendían a caracterizar el cambio con éxito, y los mismos se caracterizan por el movimiento según se puede ver en la figura 7.2.2.

En el modelo de cambio inducido de la figura 7.2.3., los autores indican que una de las condiciones más importantes necesarias para la iniciación feliz del cambio es una secuencia de tensión o una necesidad sentida de cambio entre aquellos que son los blancos de la influencia. Cuando una persona o un grupo influye con éxito sobre la conducta de otros, aquellos influidos experimentan una cantidad de tensión mayor a lo acostumbrado. Si la tensión la sienten principalmente aquellos que están en la parte superior de la estructura de una organización, pero no lo de abajo, la gestión por el cambio se llevará a cabo a través de la estructura de autoridad existente. En contraste, si la tensión existe en la parte inferior de la estructura legítima de poder, pero no superior, los intentos de cambiar la organización asumen la forma de rebelión y un ataque a la estructura de autoridad existente (Kolb, Rubin, & McIntyre, 1982).

Kolb y otros (1982) también afirman que en una organización a menos que vaya a haber una resistencia prolongada, alguien tiene que lograr la aceptación y posible apoyo de los individuos que no buscan el cambio y aun de aquellos que se sienten amenazados por éste. A medida que progresa el cambio, los objetivos cobran mayor inmediatez y concreción, una de las señales más clara de que el nuevo patrón de conducta nos establecerá ni mantendrá es que los objetivos sigan siendo generales y no específicos.

Cualquier tipo de cambio en la organización puede generar focos de resistencias, algunos de ellos pueden ser, factores culturales: suele representar un freno importante en la facilidad para asumir cambios derivados de la tecnología en un sector de actividad. Factores ligados a la actitud sus miembros deben tener predisposición, lo asuman y mantengan una actitud orientada a la evolución. Factores ligados al conocimiento: conocer las nuevas tecnologías, su funcionalidad y cómo usarla a todos los involucrados que estén alcanzados. Factores generacionales: puede existir una brecha en trabajadores de diferentes edades y experiencias con respecto a la tecnología. Factores ligados a la seguridad: la tecnología

puede facilitar el acceso a lugares y entornos que antes no estaban tan al alcance, esto lleva a encontrar ciertos vulnerables. Factores ligados a la propia organización: es indispensable que responsables de liderar el cambio sean capaces de gestionar este cambio de manera adecuada, identificar los problemas que puedan surgir y tomar las mejores decisiones, para facilitar la adaptación (Gómez, 2013).

Es adecuado según el párrafo anterior, tener presente los ocho pasos que propone Kotter (2007) en su metodología de gestión del cambio. Los tres primeros son esenciales para lograr impulsar y generar conciencia. Por tanto, marcar un sentido de urgencia en primer lugar, lograr una coalición de todos los participantes o involucrados, de esto dependerá mucho como se comunique y el grado de adherencia, y el desarrollo de una visión clara. Estos primeros pasos son las pautas necesarias para preparar el terreno y construir los cimientos ante los factores de rechazo que puedan llegar a presentarse.

Figura 7.2.2 – Subprocesos principales para el éxito del cambio

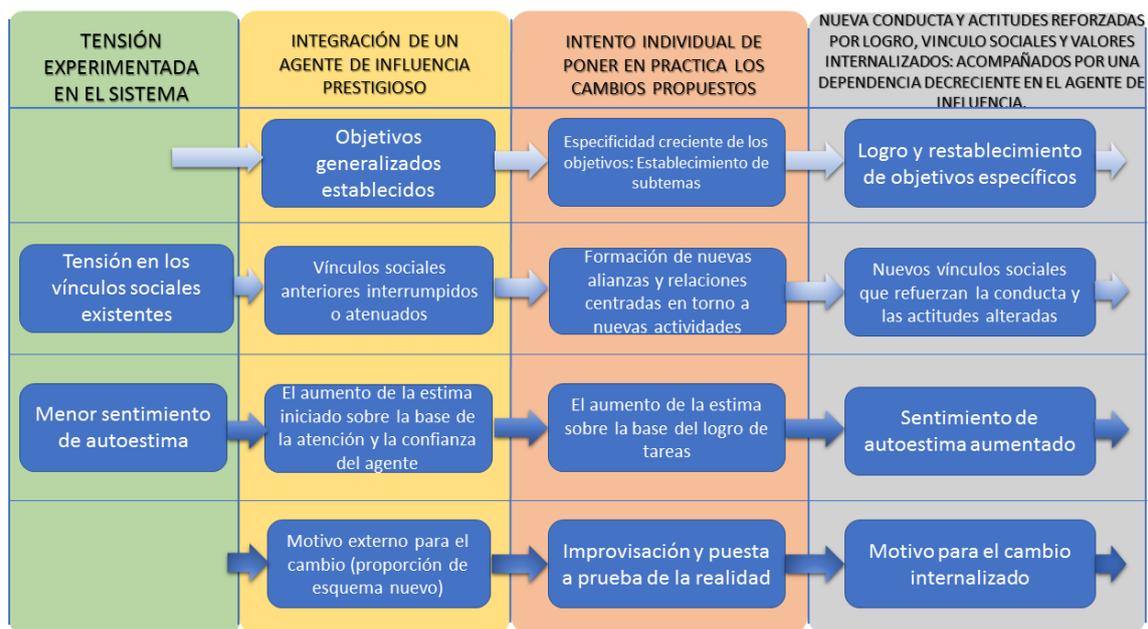


Fuente: Extraído de Psicología de las organizaciones (Kolb, Rubin, & McIntyre, 1982, pág. 404).

Las creencias, actitudes y actividades de una persona están estrechamente vinculadas con las de sus grupos de referencia. El romper los vínculos sociales anteriores puede obrar

para descongelar un individuo o grupo, pero esto por sí solo no proporciona la seguridad de que los cambios que pudiera resultar se den en una dirección específica, o de que tengan alguna durabilidad. Los cambios de autoestima de la persona sobre la que se influye también parecen ser parte integral del proceso, un movimiento hacia una mayor autoestima parece ser un factor facilitador, no solo por el establecimiento de nuevo patrones de pensamiento y de acción, sino también del descongelamiento de antiguos patrones. El poner a prueba un programa nuevo por medio de la experiencia propia es probablemente el más importante de los procesos de internalización del cambio, el individuo debe adoptar la actitud o conducta y le da sentido, independiente del origen, poniendo a prueba en el mundo real tal como lo concibe (Kolb, Rubin, & McIntyre, 1982).

Figura 7.2.3 – Modelo de cambio inducido



Fuente: Elaboración propia según el libro Psicología de las organizaciones

Mintzberg (1991) hace referencia sobre el poder y la influencia dentro de la escuela cultural, mencionando la creación de estrategia como un proceso de interacción social, basado en las convicciones e interpretaciones compartidas por los miembros de la organización, considerando que la estrategia termina tomando forma de una perspectiva general más que una posición.



7.3 El cambio tecnológico

El rápido cambio tecnológico que se está experimentando actualmente y que se experimentará a futuro puede generar un gran impacto sobre las economías del mundo. En los países desarrollados, con economías más estables y sectores productivos maduros, este impacto puede implicar una significativa transformación productiva (Albrieu & Rapetti, 2018).

Haciendo referencia al tema de esta sección, el siguiente párrafo desarrolla la idea en cuanto a la conveniencia y aprovechamiento de este nuevo paradigma como así también las causas o impactos desfavorable posible en caso de tomar provecho al respecto:

El cambio tecnológico es un proceso en el que intervienen diferentes elementos vinculados con la producción de tecnología y en el que la tracción de la demanda y el empuje de la oferta para la generación de nuevos conocimientos tecnológicos desempeñan un rol central ante la aparición constante de nuevos problemas. Cuando el paradigma dominante es capaz de responder a esos desafíos, se generan soluciones en el marco del mismo paradigma que se traducen en nuevos productos y nuevas formas de producción, organización y comercialización sustentados sobre la base del conocimiento preexistente. Por el contrario, la ausencia de respuestas ante la aparición de interrogantes provenientes tanto de la oferta como de la demanda genera las condiciones de partida para un cambio de paradigma. En este marco, la ciencia genera el conocimiento científico y tecnológico que da lugar a los cambios radicales en las dinámicas productivas, y la demanda fundamentalmente a través del mercado selecciona los métodos y los procesos entre las nuevas alternativas existentes, al mismo tiempo que propone impone modificaciones incrementales sobre los productos y las dinámicas generadas. En consecuencia, el progreso tecnológico se vincula con la emergencia de un nuevo paradigma que cuestiona los recursos clave y los métodos dominantes; por ende, la selección de este nuevo patrón o modelo genera un importante efecto exclusión en tanto que existe una focalización sobre tecnologías y desarrollos específicos (Roitter, 2019, p. 18).



Según Lerner y Kislauskis (2018), la evolución exponencial de los avances tecnológicos en entornos globales se encuentra generando disrupción y cambios de paradigma continuos. El impacto que estos cambios generan en las organizaciones puede vislumbrarse en las decisiones y estrategias que los ejecutivos de tecnología adoptan para sostener su competitividad. El escenario global actual no enfatiza la preponderancia ni el impacto de una tecnología particular, sino más bien, el rol transformacional que la digitalización está teniendo en los procesos, la estrategia y la cultura organizacional.

Los autores hacen referencia a la encuesta que la empresa KPMG ha realizado en el año 2017 en cuanto a las observaciones extraídas, las organizaciones no logran hallar un punto de partida claro para implementar iniciativas de digitalización, el foco de la digitalización aún se centra en beneficios tácticos, las organizaciones están dejando de identificar restricciones / limitaciones en las TICs como barrera frente a la digitalización; la complejidad, no obstante, subyace en decidir cómo emplear la tecnología para brindar soporte a iniciativas estratégicas, las organizaciones requieren una visión centrada en la gestión como medio para optimizar los beneficios de la digitalización y las habilidades necesarias para capitalizarlos internamente. Las principales barreras que atentan contra estos cambios se fundamentan en falta de visión estratégica, incertidumbre respecto de dónde iniciar el proceso hacia la digitalización, carencia de habilidades en la organización (Lerner & Kislauskis, 2018).

El cambio organizacional puede generar el fin del solapamiento invisible que existe al tener ambas tecnologías trabajando en forma paralela. Para Gorin (s.f.) IT y OT se encuentran en departamentos separados, a menudo duplicados. Una determinada fusión requerirá un enfoque estructurado con una evaluación de la madurez operativa, la priorización de iniciativas digitales y el establecimiento de un modelo de proceso operativo digital. Se debe aprender de experiencias pasadas que involucren implementación de tecnología y evitar tomar un enfoque basado en silos. Según Bernard (2017), conectar IT y OT ofrece a las compañías de petróleo y gas una gran oportunidad de mejora en su productividad, aumento de eficiencia, impulso de ahorro de costos, reducción de plazos de entrega, mejora en las capacidades de toma de decisiones y competitividad. Tal como se



mencionó en la sección anterior, las compañías de petróleo y gas deben eliminar los silos dentro de sus organizaciones reduciendo la fragmentación de los sistemas y procesos. De esta manera promover la eficiencia, reduciendo los costos asociados con el refinado, la producción y otros factores más. Este enfoque tenderá a ser exitoso con la participación de ambos equipos, en referencia a tecnología de la información y tecnología de la operación.

Mariela Molina y otros (2018), sostienen que estamos en pleno proceso hacia la cuarta revolución industrial y estos cambios se están produciendo a una velocidad que resulta impensable para el pasado más reciente. Acto seguido afirman que, existen cambios en los movimientos migratorios laborales debido al fenómeno de la revolución tecnológica, los trabajadores menos calificados, con capacidad solo de realizar tareas rutinarias y manuales, son desplazados y generan una gran masa de desocupados que migran hacia los países donde podrían llegar a obtener alguna chance de ingresar en el mercado laboral. Por otro lado, los trabajadores más calificados, que desempeñan tareas cognitivas y no rutinarias, tienen, gracias a las nuevas tecnologías, la oportunidad de no moverse de forma física y, sin embargo, trabajar remotamente para empresas ubicadas a miles de kilómetros de distancia.

La posibilidad de incrementar la movilidad del conocimiento reemplaza, al menos para una parte de los trabajadores, la necesidad de migrar hacia otros mercados de trabajo. Países como Alemania han sido los pioneros en aplicar políticas nacionales ante la considerada cuarta revolución industrial, programa destinado a adaptar el tejido industrial y preparar su transformación hacia la industria del futuro (Molina, Benítez, & Ernst, 2018).

Albrieu y Rapetti (2018) tienen como lineamiento de nuevas tecnologías modificaciones de los patrones de consumo y producción a nivel global, resultando en un avance de las máquinas en tareas antes reservadas para las personas. Continúan afirmando que en los próximos diez años el cambio será mayor en la esfera de consumo que en el de la producción, donde muchas tecnologías están aún en etapa de experimentación y los trabajos en los sectores manufactureros de productividad media y baja serán los más amenazados por la automatización, mientras que nuevas oportunidades aparecerán con las tecnologías de código abierto y las mayores capacidades para generar efectos de red. Los autores marcan ciertas habilidades a desarrollar dentro de la cuarta revolución industrial, tales como,



socioemocionales y cognitivas básicas, complejas, específicas de cada sector o actividad junto, flexibilidad y la adaptabilidad para aprender y producir nuevos conocimientos.

A nivel compañía, Stuart Fraser y otros (2018) indican que es necesario pasar por el índice de madurez de Industria 4.0 para evaluar a las organizaciones desde tres perspectivas: cultural, organizacional y tecnológico, visto en el CAPITULO VI – sección 6.6. El primer paso es analizar la situación y los objetivos actuales de la organización. Las preguntas clave a considerar son: ¿Cuáles son las metas y objetivos estratégicos para los próximos años? ¿Qué tecnologías y sistemas se implementan actualmente? ¿Cómo operan estas tecnologías y sistemas dentro de la empresa? Las respuestas a estas preguntas determinarán las capacidades actuales de la organización. Requiere de un enfoque estratégico y de fases. Las organizaciones deben identificar los beneficios específicos que el deseo logra junto con las prioridades y medidas de implementación. A través de este enfoque, las organizaciones pueden definir una hoja de ruta digital para implementar la industria 4.0 en todas las áreas relevantes del negocio. Además, el enfoque paso a paso ayuda a las empresas a reducir el costo de inversión y el riesgo de implementación.

7.4 Adopción de nuevos escenarios

Aunque algunos segmentos están por delante de otros en análisis basados en datos (la exploración sísmica está por delante de la perforación de desarrollo en el análisis y visualización de información, mientras que el segmento de producción todavía está lidiando con la sensorización de sus pozos desde hace una década o dando sentido a los datos almacenados de producción) en general se puede extraer lecciones de las industrias intensivas líderes digitalmente que están influyendo en el manejo de los activos físicos y modelos de inversión. Si bien la creación de prototipos de las nuevas tecnologías digitales es aceptable en muchos sectores, las empresas petroleras no pueden confiar únicamente en un enfoque de prueba y error para abordar un problema. Las literaturas digitales actuales en el mercado de los hidrocarburos son a menudo escasas y siguen un lenguaje de tecnología ascendente, lo que podría ayudar a la industria es un enfoque estructurado de arriba hacia abajo que no solo supere este diluvio digital, sino que también ayude a los ejecutivos a trazar



una hoja de ruta integral para la transformación digital en toda la compañía (Mittal, Slaughter, & Bansal, 2017).

Kohnke (2017) desarrollo seis tesis referidas a las implicaciones organizativas de la digitalización. Coloca a la digitalización como objeto de estudio dentro de varias perspectivas tales como el cambio en la forma de trabajar, el aumento de la dinámica del cambio, la necesidad de nuevas habilidades y competencias, la necesidad de nuevas formas de liderazgo, y la necesidad de nuevas capacidades organizativas. Todas estas tesis pueden visualizarse en la figura 7.4.1 respectivamente y bajo el orden en que fue narrado.

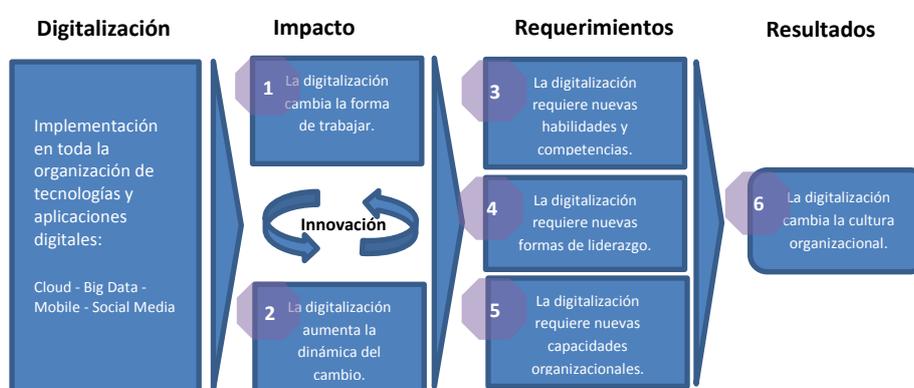
De las tesis de Kohnke mencionadas, es importante destacar la referida a la digitalización y la necesidad de nuevas habilidades y competencias. Algunos puntos que desarrolla el autor, citando otros autores dentro de su trabajo, dejan en claro que existe una creencia que la digitalización fomenta la innovación y conduce a ganancias de productividad para las organizaciones, pero sin el factor humano esto no sería posible. Por tanto, a medida que la digitalización aumenta la velocidad y la intensidad del cambio, los empleados también deben poseer competencias más fundamentales como lidiar con la complejidad y aumentar su ritmo. Mediante un estudio de habilidades digitales, el autor expresa que la escasez sustancial de talento digital se encuentra presente en la actualidad (Kohnke, 2017).

Otro aspecto importante es la mención a los datos, indicando que las organizaciones reconocen la importancia de los datos masivos para el negocio. Estos datos pueden ser explotados correctamente solo si hay suficientes empleados, analistas y científicos de datos con capacidad de comprender tanto el modelado estadístico como las aplicaciones comerciales de *big data*. Kohnke remarca la dificultad en captar estos recursos, lo que representa una de las mayores barreras en este sentido (Kohnke, 2017).

Kohnke (2017), citado por Halpern y Valderrama (2018, pág. 80) menciona que dado que la digitalización modifica los modos y velocidades del trabajo en las organizaciones, la literatura sugiere que las empresas necesitan construir competencias en sus colaboradores acordes a las estrategias que requiere el cambiante escenario digital.

Halpern y Valderrama (2018) mantienen la idea que las empresas deben ser conscientes que la transformación digital depende fuertemente de sus competencias para saber sacar el potencial de cada tecnología para sus procesos y modos de trabajo, y por tanto, recomiendan generar un diagnóstico minucioso y acabado de la realidad sobre las competencias digitales necesarias para enfrentar la transformación digital, si se detectan falencias o brechas de competencias o intergeneracionales, iniciar procesos de contratación de nuevos colaboradores jóvenes y abrir espacios de formación para adquirir tales competencias. Otro punto que hacen hincapié es la de considerar competencias en un sentido amplio y no en términos exclusivamente técnico, saber cómo ligar el desarrollo de tecnologías digitales como analíticas o el internet de las cosas a las prioridades y focos del negocio, no sólo se deben contratar nuevos talentos, sino que se deben establecer mecanismos de retención o incentivos acordes a los intereses tanto profesionales con el fin de mantener la motivación referida a la transformación digital.

Figura 7.4.1 - Implicaciones organizativas de la digitalización



Fuente: Extraído del informe Kohnke (2017, p. 74).

7.5 Emergentes

Molina y otros (2018), citando tanto a Maurizio (2016) como a ILO (2013), hacen referencia a que en Argentina durante las últimas décadas emergieron cada vez con mayor fuerza formas atípicas de empleo muy asociadas con los cambios tecnológicos, como la búsqueda de flexibilidad laboral, la implementación de nuevas formas de organización industrial y la mayor inserción de las mujeres en el mercado de trabajo.



En línea con lo anterior, continúan su análisis afirmando que los avances tecnológicos junto con las cadenas mundiales de suministro y el crecimiento del sector de los servicios dieron como resultado nuevas tecnologías de la información que implicaron formas de trabajo novedosas y complejas que son difíciles de categorizar mediante conceptos tradicionales y las más conocidas son los trabajos en multitud, el trabajo basado en plataformas digitales o en aplicaciones, la economía de los pequeños encargos y el trabajo a pedido (Molina, Benítez, & Ernst, 2018).

En cuanto a la referencia generacional, la mayoría de las compañías han empleado personas de diferentes generaciones, y una alta heterogeneidad de herramientas digitales en donde los más jóvenes pueden acoplarse de una forma más rápida con respecto a los de más edad por encontrar algunas reservas al respecto. El autor marca la frustración de parte de empleados más jóvenes debido al lento ritmo de implementación de herramientas digitales, su disponibilidad y accesibilidad limitada dentro de la organización. Indica además las deficiencias en el uso de las nuevas tecnologías digitales, la carencia de nuevas formas de trabajo asociadas a la agenda ejecutiva, y entender e identificar qué habilidades y competencias tienen hoy las organizaciones y cuáles serán necesarias en los próximos años. Las inversiones en educación y capacitación en tecnologías digitales son un factor clave de éxito para cualquier programa de transformación digital (Kohnke, 2017).

Figura 7.5.1 muestra como las nuevas tecnologías han incidido claramente sobre las formas de trabajar. La digitalización permite la deslocalización de los puestos de trabajo, la simplificación del contenido de las tareas de los puestos, y su desempeño por parte del trabajador sin la necesidad de salir de su casa, sustituyendo la interacción física por un trabajo a distancia, o más conocido como teletrabajo. Esta forma de trabajar rompe el contacto físico del trabajador con sus compañeros y lugar de trabajo, llevando a cabo sus tareas en absoluta ausencia de control en sus procesos laborales, en donde la supervisión pasa por los resultados obtenidos (Cedrola Spremolla, 2016).



Figura 7.5.1 – Impacto de la organización del trabajo



Fuente: Extraído del documento (Cedrola Spremolla, 2016).

El impacto de la digitalización en las organizaciones, según Cedrola Spremolla (2016), marca una serie de nuevas formas de trabajo que algunas organizaciones ya han puesto en práctica. La virtualización de las relaciones laborales es el reemplazo de las reuniones y desplazamientos físicos por reuniones virtuales a través de conferencias telefónicas o video conferencias, las mismas se concretan en el ciberespacio a través de un sistema de comunicación caracterizado por cierta autonomía laboral, colaboración de datos y conocimientos e interdependencia. La automatización de algunas tareas favorece el autoservicio por parte de los trabajadores en el proceso de la atención de cuestiones concretas: llenado de peticiones, formularios, solicitud de licencias, reembolso de gastos, reservaciones, etc. La reorganización de los espacios de trabajo, modificando la modalidad de espacios burocráticos y jerarquizados por espacios abiertos sin posiciones fijas que puede variar en función de diferentes proyectos de trabajo. El autor continúa colocando en relevancia aspectos referidos a las características del Trabajo del Futuro. En relación con esto, desprende distintas características. El trabajo estará basado en talento ya que prescindirá de títulos, diplomas, o trayectorias acumuladas, y lo único que cuenta a los efectos de asegurar empleabilidad es el talento del individuo, medido por su capacidad de hacer, de crear, de innovar y de adaptarse a los requerimientos. No podrá ser, sino que cambiante. No importará el lugar o el espacio físico desde el cual se desarrollen las tareas. Será competitivo, debido a la expansión de los mercados producto a la eliminación de fronteras, en donde las empresas pueden contratar servicios de personas sin necesidad de



estar en plantilla y sin siquiera estar presente en la misma ubicación geográfica. La vida social del futuro deberá tener la capacidad de interactuar digitalmente por la sencilla razón de vivir cada vez más en un entorno digital. El trabajo será más flexible, debido a que los empleados son los dueños de su tiempo, por tanto, deciden cuando y donde trabajar y su jefe deposita su confianza en ellos. El trabajo de futuro estará medido por resultados enmarcado en un entorno digital.

Resumen Capítulo VII

El concepto de cambio de Kurt Lewin sigue vigente. Los sistemas tienden a operar según un patrón específico a un nivel concreto mientras haya un equilibrio relativo de fuerzas obrando sobre el sistema. Cuando el cambio tiene éxito, cambia no solo la manera en que se relaciona con su compañero de tareas, sino que lo hace también consigo mismo. Las condiciones más importantes necesarias para la iniciación feliz del cambio es una secuencia de tensión, logrando que aquellos influidos experimenten una cantidad de tensión mayor a lo acostumbrado.

Desde la perspectiva de oportunidad proyectada al panorama futuro, los próximos diez años el cambio será mayor en la esfera de consumo que en el de la producción, muchas tecnologías están aún en etapa de experimentación y los trabajos en los sectores manufactureros de productividad media y baja serán los más amenazados por la automatización. La digitalización involucrará el cambio en la forma de trabajar, necesidad de nuevas habilidades y competencias, nuevas formas de liderazgo y nuevas capacidades organizativas. Actualmente hay escasez sustancial de talento digital para la alta demanda organizacional que las estrategias de los mercados futuros demanda.

Las empresas deben ser conscientes que la transformación digital depende fuertemente de las competencias de sus empleados. En Argentina durante las últimas décadas emergieron cada vez con mayor fuerza formas atípicas de empleo muy asociadas con los cambios tecnológicos, como la búsqueda de flexibilidad laboral, la implementación de nuevas formas de organización industrial y la mayor inserción de las mujeres en el mercado de trabajo. En el ámbito generacional, la mayoría de las compañías han empleado personas de diferentes edades bajo escenarios de alta heterogeneidad en herramientas digitales, donde



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Estudios de Posgrado



los más jóvenes son más propensos a acoplarse de una forma más rápida con respecto a los de más años respectivamente. Se prevé que el trabajo estará basado en talento ya que prescindirá de títulos, diplomas, o trayectorias acumuladas, y lo único que cuenta a los efectos de asegurar empleabilidad es el talento del individuo. Las deficiencias en el uso de las nuevas tecnologías digitales y las nuevas formas de trabajo asociadas deben estar en la agenda ejecutiva, y entender e identificar qué habilidades y competencias tiene hoy la organización y cuáles serán necesarias en los próximos años. No existe una receta para el éxito, es necesario comprender que, para alcanzar el éxito, será necesario definir esfuerzos más allá de la tecnología, generando un cambio de mentalidad cultural ante este tipo de iniciativas, bregando por comprender su naturaleza, impacto y consecuencias para la salud financiera y operativa del negocio.

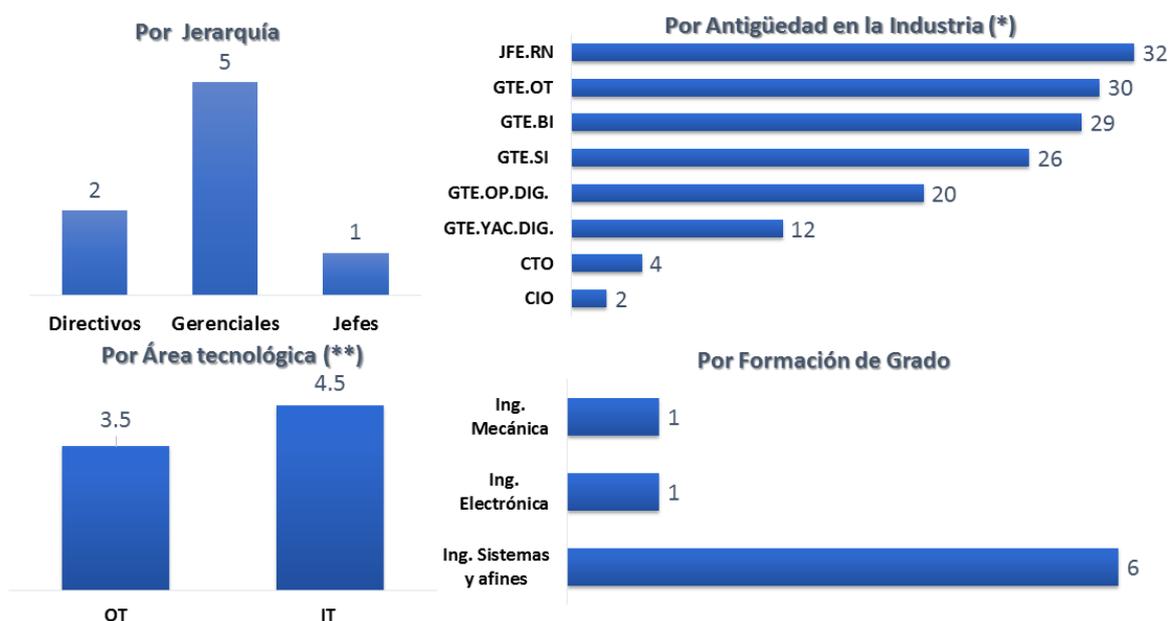


CAPITULO VIII – LABOR DE CAMPO

8.1 Presentación

Para la confección de este capítulo, se realizaron ocho entrevistas durante el transcurso de los meses de enero y febrero del corriente año. El estudio pretende tener un enfoque descriptivo, cualitativo y exploratorio. Los entrevistados son referentes corporativos de amplia trayectoria a nivel tecnológico y operativo, y actualmente pertenecientes a la mayor empresa nacional de energía del país. El linaje del desarrollo inicia por lo macro, tal como el marco situacional de la industria del petróleo, siguen con la adopción tecnológica y convergencia, y finalizan haciendo foco en el cambio organizacional frente a un nuevo marco tecnológico. En el Anexo III se podrá encontrar más detalle de lo extraído de cada uno de dichos referentes. La Tabla 8.1 describe la división del universo de encuestados por distintos tipos de criterios a considerar.

Tabla 8.1 - Universo de las personas encuestadas



(*) JFE.RN: Jefe Relación con el Negocio – GTE.OT: Gerente de Tecnología de Operaciones Upstream – GTE.BI: Gerente de Business Intelligent y Soporte a la decisión – GTE.SI: Gerente de Sistemas de Información Upstream – GTE.OP.DIG: Gerente de Operaciones Digitales Upstream – GTE.YAC.DIG.: Gerente Yacimiento Digital Upstream – CTO: Chief Technology Officer – CIO: Chief Information Officer.
(**) Se ha definido colocar medio punto más a cada área por porcentaje de injerencia y participación del rol CTO.

En la Tabla 8.2 se ha clasificado los puntos desarrollados en las entrevistas según las Partes del presente trabajo definidas en Estructura del TFM de la sección Introducción.



Tabla 8.2 – Distribución de puntos tratados de cada Parte definida del TFM

Parte I	Parte II	Parte III
Escenario energético, tanto global como local, para los próximos cinco años.	Proyección de ciberataques frente a la digitalización.	Perspectiva tecnológica del Upstream de cara a los próximos cinco años.
Convergencia IT/OT como vehículo facilitador para la exploración y explotación.	Compatibilidad y conectividad en el upstream bajo convergencia IT/OT.	Geología y Geofísica a partir del escenario digital futuro.
Alineación entre la demanda profesional y el sistema educativo argentino.	Tendencia del Riesgo de vida o integridad física en trabajos de campo.	Integración y unificación de IT/OT.
		Resistencia al cambio organizacional provocado por la convergencia tecnológica.

Fuente: Elaboración propia

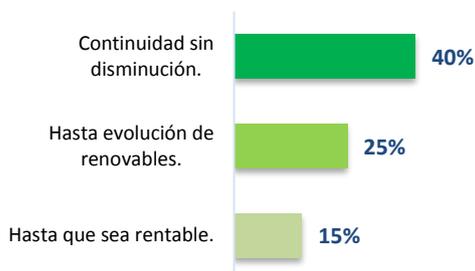
Se ha considerado medir los puntos relevados mediante el concepto de muestreo. Cada muestra se compone del total de las personas involucradas en la composición de las respuestas, y su porcentaje total del área a la que pertenecen.

Las principales conclusiones del trabajo de campo a continuación:

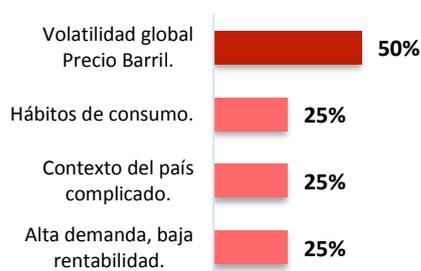
8.2 Relevamiento Parte I - Marco situacional de la industria.

El 100% de los encuestados coincide que Argentina continuará extrayendo hidrocarburos fósiles por los próximos años. Un 67% de los encuestados cree que el negocio de los hidrocarburos fósiles se extenderá en un plazo mayor a los próximos 25 años, principalmente los pertenecientes a IT.

Perspectiva futura Negocio



Complejidad del Mercado



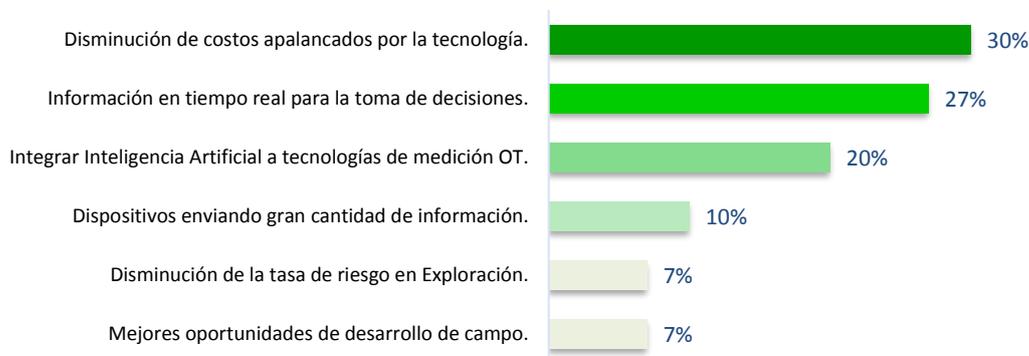
Total, Muestra : 8 personas – [56% IT – 44% OT]

Total, Muestra : 5 personas – [20% IT – 80% OT]



La convergencia será el vehículo facilitador para el contexto futuro, ya que aportará una fuerte reducción en los costos operativos, habrá mucha digitalización, todos los conceptos de IoT explotarán, monitoreo, telemetría, control o gestión remoto de los activos, y esto se traducirá a viabilidad y rentabilidad para el negocio, así lo afirma el 100% de los relevados. Se ha resumido el siguiente grafico con los principales puntos emergentes en base a las consideraciones anteriores, tanto IT como OT tienen un alto grado de coincidencia.

Convergencia como vehículo facilitador en las tareas del Upstream

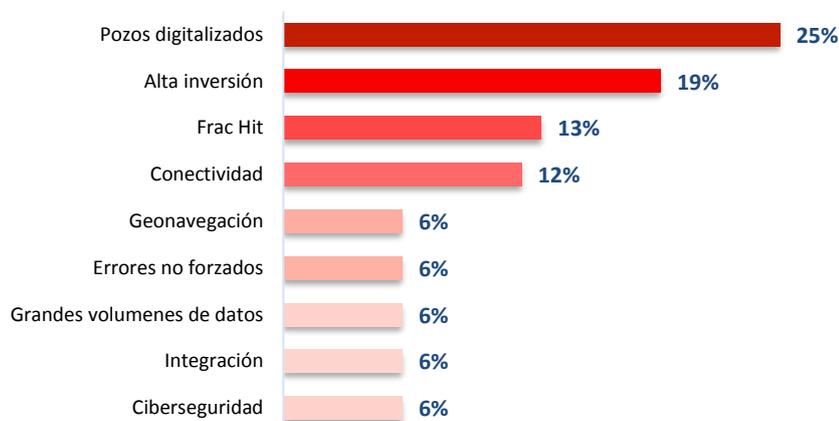


Total, Muestra : 8 personas – [60% IT – 40% OT]

Respecto a complejidad de escenarios futuros en la operación, lo encabezan con un 25% y 19% respectivamente la digitalización de pozos en conjunto con la alta inversión. El *frac-hit* en tanto acumulo un 13%, entendiéndose por problemas de interferencia cuando paulatinamente un pozo va tomando mayor densidad y longitud, lo que genera múltiples fracturas que terminan por afectar a pozos allegados. El NOC en Argentina requiere evaluar y/o revisar tecnologías constantemente hacia su sustitución por mejores para lograr capturar valor constantemente. Parte de esta muestra se confecciona con datos aportados por entrevistados de OT.



Complejidades identificadas en la operación



Total, Muestra : 8 personas – [56% IT – 44% OT]

El 100% coincide que los planes educativos actuales no están alineados con el mercado, haciendo hincapié en la carencia de dominios necesarios para afrontar el escenario energético futuro. Un 10% hace referencia a capacitaciones o especializaciones, provenientes generalmente del ámbito educativo privado, necesario para nivelar el conocimiento de las tendencias y nuevas demandas tecnológicas de la industria. Hay algunos aspectos más objetivos como desarrollo en el dominio y usos de protocolos para la integración entre dispositivos, sensores y fuentes de datos para el ámbito petrolero, con un 20% de coincidencia entre las áreas. Una parte resalta que no habrá profesiones nuevas, quizás si especialidades o combinación de otras, ejemplificando el rol de científico de datos, como así también profesiones que quizás hoy no se visualizan por falta de madurez. En la muestra, se marca la ausencia del estado en ayudar a fomentar e incentivar al estudio de carreras duras, y ayudar al ámbito privado en capacitaciones referidas a temas de digitalización. Se evidencia un nivel bajo en la base matemática de escuela primaria, lo cual no promueve el estudio de este tipo de carreras que el país necesitará.



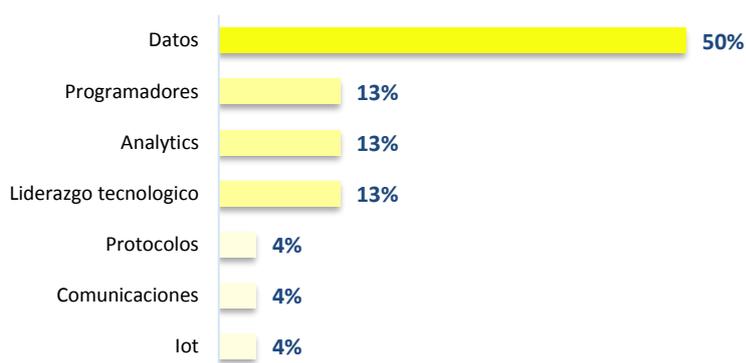
Carencias detectadas en el marco educacional argentino



Total, Muestra : 5 personas – [70% IT – 30% OT]

Las competencias que se han visualizado tienen como factor común el manejo de los datos con alta coincidencia en prácticamente toda la muestra. Desde IT, se hace foco en programación y todas sus ramas junto con la analítica avanzada, y desde OT, el liderazgo tecnológico, como *skill* a desarrollar para que las personas puedan desafiar sus procesos en las tomas de decisiones soportados hoy en datos.

Dominios de conocimiento necesarios en el futuro mediato



Total, Muestra : 8 personas – [81% IT – 19% OT]



8.3 Relevamiento Parte II - Adopción e integración tecnológica.

Dentro del plano de la ciberseguridad y los ciberataques, el 100% de los encuestados afirma con total determinación que se incrementarán frente a la digitalización, producto de la conectividad e hiper conectividad.

Vulnerabilidades y ciberataques



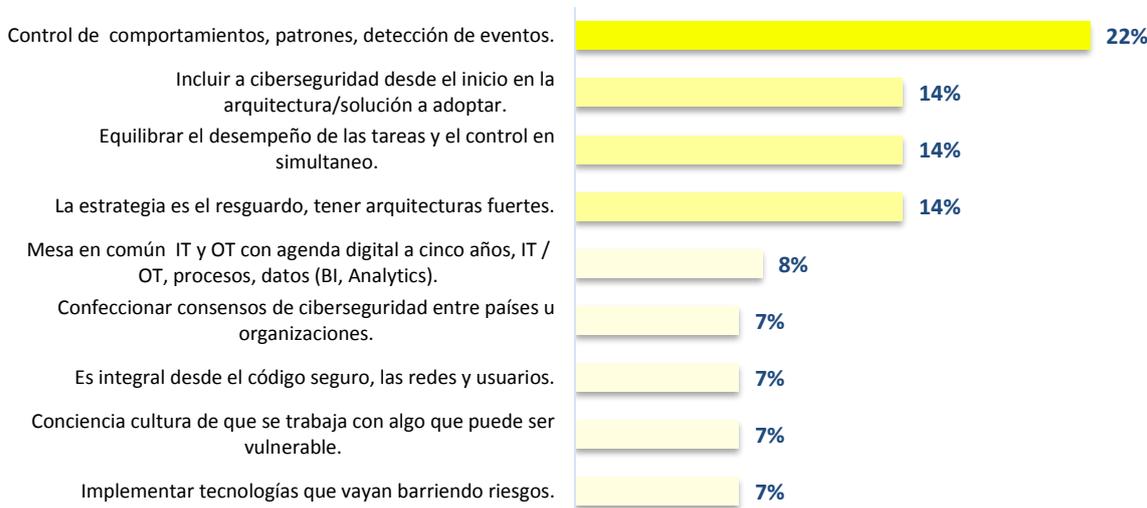
Total, Muestra : 8 personas – [66% IT – 33% OT]

Los focos de ataques apuntarán a protocolos de comunicación de los dispositivos involucrados, intrusión lateral y desplazamiento, como también cambios de operación sin detección, ejemplo colocar una turbina a trabajar por encima de su régimen normal. Como contraparte, se evidencia un 8% de reticencia en el aplicado de parches de seguridad por parte de OT, esto se debe en gran medida a no afectar la producción en curso.

Las acciones de mitigación son variadas, un 22% indica que IT y OT deberán implementar herramientas más robustas junto con el área de seguridad, esto puede traducirse en análisis de comportamiento por patrones, arquitecturas para rastreo y prevención. Un 14% proveniente de OT marca que hay incluir desde el inicio al área de ciberseguridad en cuanto a la arquitectura de cualquier solución que se deba adoptar. Tanto IT como OT coinciden en una agenda digital de trabajo a cinco años para la mitigación de vulnerabilidades, la revisión de procesos, la trazabilidad del dato y sus distintos estados (en tránsito, reposo, ofuscado, encriptado, etc.).



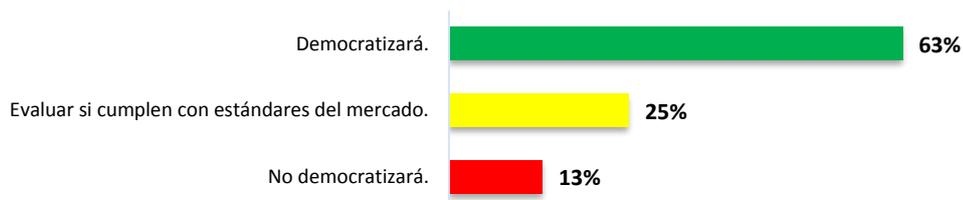
Acciones de mitigación de vulnerabilidades entre IT y OT



Total, Muestra : 7 personas – [64% IT – 36% OT]

Un 63% coincide en que la convergencia IT/OT abrirá el mercado a diferentes fabricantes con la aclaración que los mismos deberán estar a la altura y cumplan con las condiciones del mercado y de las operaciones del lugar, sin resignar características de seguridad y con sensorización de bajo consumo eléctrico.

Perspectiva de democratización del mercado de dispositivos

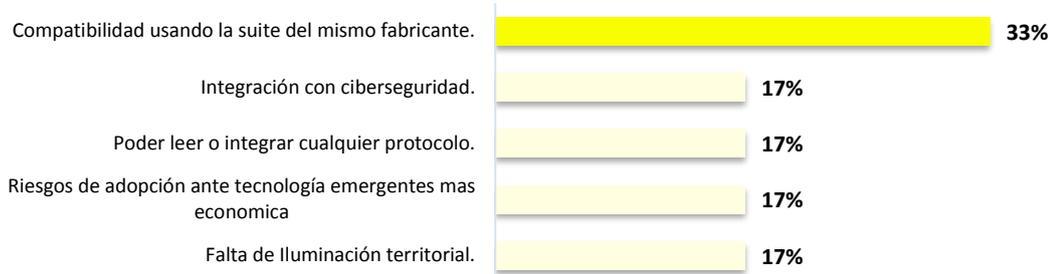


Total, Muestra : 8 personas – [70% IT – 30% OT]

En todos estos casos, la implementación estará sujeta a la iluminación de comunicación de la zona, y un 100% coincide que en Argentina es un tema que deberá resolverse a futuro. Un 13% no coincide en que no habrá democratización, si existirá emprendedores que disponibilizarán nuevas tecnologías, pero luego serán absorbidos por los grandes jugadores.



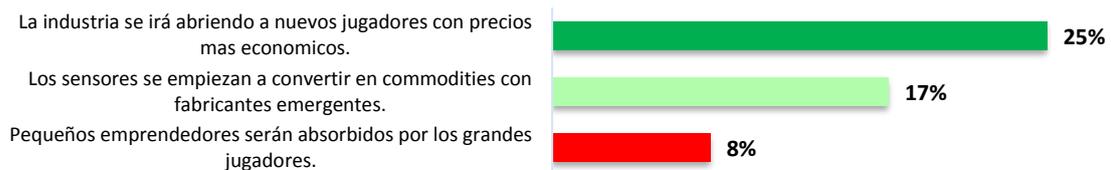
Complejidades emergentes del estado actual y futuro



Total, Muestra : 6 personas – [75% IT – 25% OT]

El 25% de la muestra visiona que empresas de China exportarán sus tecnologías con una cantidad infinita de fabricante ofreciendo productos similares, competitivos, de menor costos en comparación con a los 15 o 20 fabricantes tradicionales. Esto romperá también con los precios de mercados. En este caso lo que contrasta para mucho es si realmente cumplen con los estándares que pide el mercado y si mantiene el factor calidad para lo que conoce la industria. El 8% opina que empresas de mediana a pequeña escala serán absorbidas por los grandes jugadores, aunque puede haber cambios, el mercado siempre estará liderado por grandes compañías en función al tipo de tecnología y su relevancia.

Perspectivas de democratización del mercado



Total, Muestra : 3 personas – [34% IT – 16% OT]

Con respecto al riesgo de seguridad e integridad física del personal de yacimientos, hubo plena coincidencia en que el aporte de la convergencia tecnológica disminuirá significativamente los accidentes laborales en zonas de operación.



Tendencia de disminución de accidentes mediante convergencia tecnológica



Total, Muestra : 8 personas – [56% IT – 44% OT]

Un 38% del total considera que la convergencia ayudará a disminuir los incidentes de seguridad e integridad física, pero dependerá de que se respeten las normas de seguridad, considerando que siempre habrá una dependencia cultural y educativa al respecto, y que si no se concientiza a las personas de los riesgos de seguridad será difícil cambiar.

Soluciones mediante convergencia IT/OT



Total, Muestra : 8 personas – [41% IT – 59% OT]

Complejidades futuras para su implementación



Total, Muestra : 6 personas – [58% IT – 42% OT]

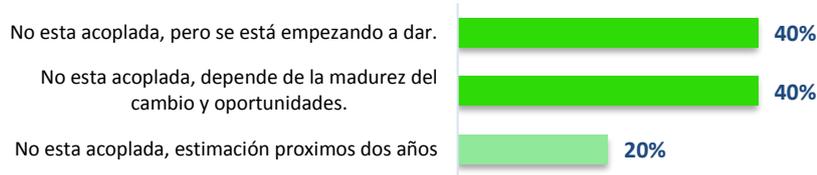
El buen uso de las tecnologías podrá aportar mejores condiciones laborales y más seguras. De la muestra, hay coincidencias respecto a la analítica de video en un 33%, debido a mitigar varios factores de riesgos y dar avisos proactivos, como el caso de puntos ciegos de equipos de Torre con personas movilizándose. La introducción con Drones para inspecciones en altura dio un 17% de la muestra, como también, realidad aumentada enviando información desde una central al campo y hacer técnica del tipo geofence. En contraste y como se dijo anteriormente, la mayoría de los encuestados hacen hincapié en que definitivamente todo esto puede reducir considerablemente los riesgos y evitar accidentes.

8.4 Relevamiento Parte III - Impacto organizacional.

El 100% de los encuestados cree que la convergencia IT/OT no está acoplada en los procesos actuales del *Upstream*, pero disciernen en el porqué, con paridad entre falta de madurez e inicio rodaje.



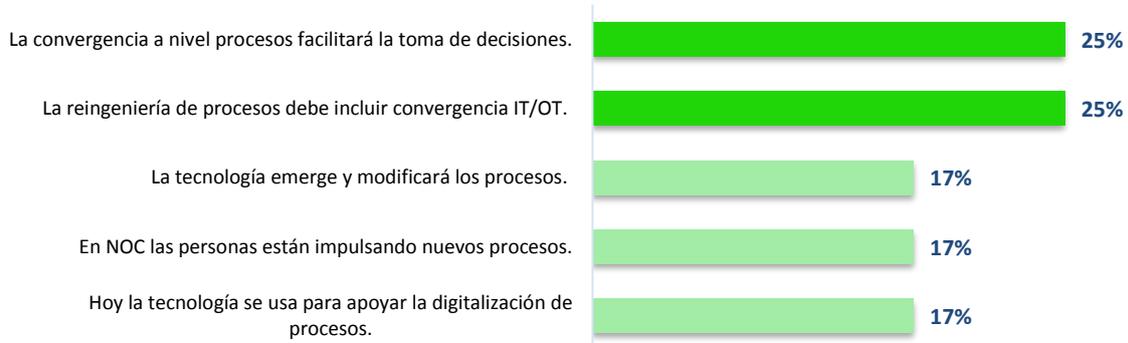
Escenario de la convergencia en los procesos del Upstream



Total, Muestra : 5 personas – [80% IT – 20% OT]

Un 17% proveniente de OT visiona que las tecnologías se usan mayoritariamente para apoyar la digitalización de procesos, mediante por ejemplo inteligencia artificial con sistemas de *Machine Learning* avanzados, generando nuevos procesos distintos a los desarrollados por el humano durante milenios. En NOC, las mismas personas impulsan por necesidad el uso de tecnología forzando nuevos procesos y formas de trabajo. Tanto IT como OT consideran que los nuevos procesos deben nacer con integración tecnológica.

Perspectiva de la convergencia sobre los procesos Upstream

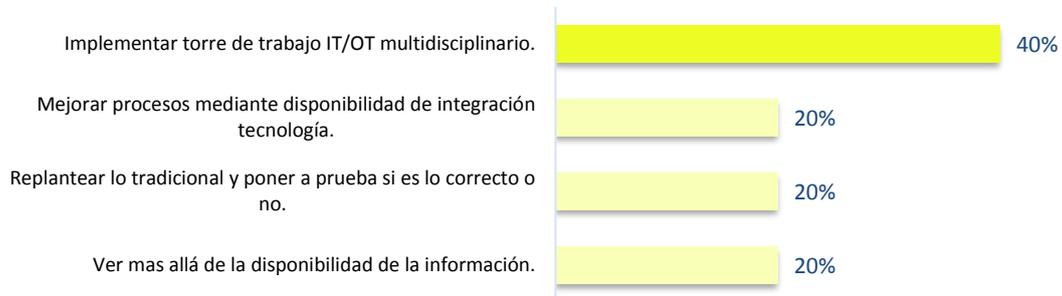


Total, Muestra : 6 personas – [50% IT – 50% OT]

Un 20% coincide que hay una cuestión cultural como industria que es el trabajo en silos y que debe romperse, indicando además que esto ya está sucediendo de forma muy acelerada debido a que el trabajo por flujo integrado es cada vez mayor, sobre todo por el factor común de los datos. Hay consenso del 40% entre IT y OT sobre el esquema de una agenda digital en común bajo la modalidad de trabajo en Torre. Esto podrá, eventualmente y según las consideraciones, atender los diferentes frentes y temas de forma ágil, integrada y autónoma.



Desafíos por considerar para la integración tecnológica futura



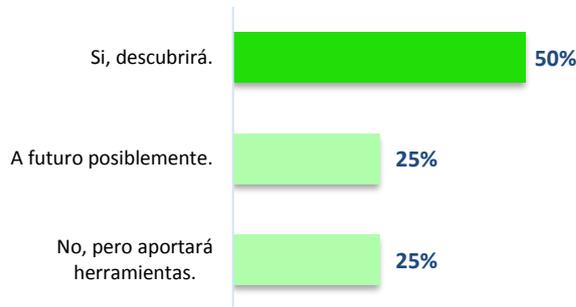
Total, Muestra : 5 personas – [80% IT – 20% OT]

La mitad de la muestra, un 50%, indica que mediante inteligencia artificial se podrá generar nuevas vías para el descubrimiento de zonas potencialmente atractivas en hidrocarburos en el corto plazo. Esto se fundamenta en opiniones que consideran ciertas cuestiones tales como el manejo de grandes volúmenes de datos y el uso de patrones, mediante algoritmos, la analítica de video para interpretar y visualizar cuestiones que el ojo humano no podría detectar. Un 25% considera que IA no generará nuevas vías de descubrimiento, pero si mediante su buen uso ayudará a concretar los recursos en reservas. El porcentaje restante opina que es factible, pero falta madurez en el uso de tecnología y las competencias necesarias, con lo cual será a futuro.

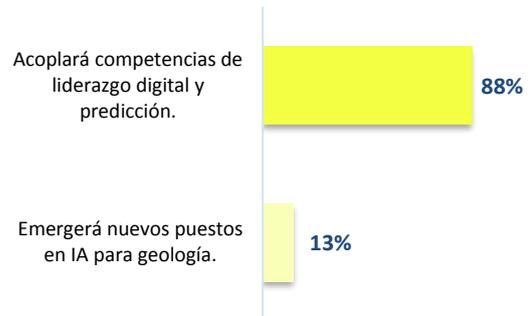
Para el caso de roles claves actualmente en el Upstream, tales como geólogos, geofísico, ingenieros de reservorios e ingenieros en petróleo van a necesitar competencias técnicas en ciencia de datos si es que actualmente no lo están haciendo. El 88% afirma que estos roles no desaparecerán, pero si deberán acoplar conocimientos y comenzar a utilizar herramientas basadas en predictibilidad. El 13% restante afirma que emergerán nuevos puestos especializados en Inteligencia Artificial para geología, no serán los mismo perfiles actuales o tradicionales, pero cubrirán esa demanda.



IA como vía de descubrimiento



Rol geólogos y geofísicos a futuro

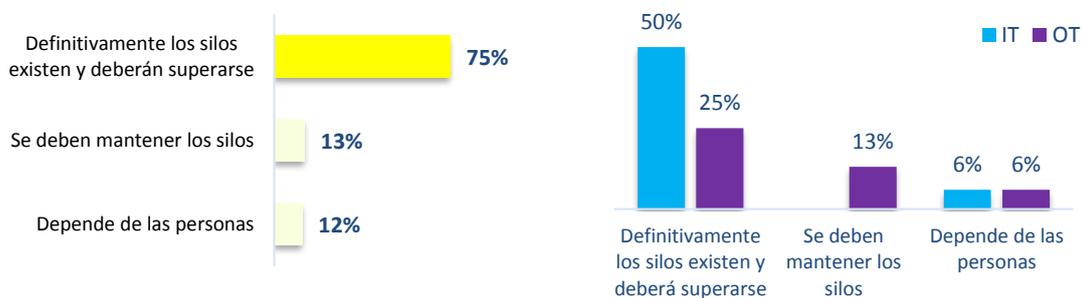


Total, Muestra : 8 personas – [57% IT – 45% OT]

Total, Muestra : 8 personas – [69% IT – 31% OT]

Respecto a los cambios culturales necesarios para la implementación de convergencia IT/OT, hay una coincidencia del 75% en que hoy en día se trabaja en silos, con soluciones duplicadas y áreas separadas.

Integración actual organizativa de cara a la convergencia IT/OT



Total, Muestra : 8 personas – [56% IT – 44% OT]

De la muestra, un 13% indica que los silos hay que mantenerlos y profundizarlos, argumentando que alguien que sabe de una especialidad a bajo nivel tiene que saber de eso y hay que ayudarlo a mantenerse en ese silo porque lo define, le da identidad y lo forma en su área de conocimiento. En ese sentido, se evidencia la complejidad de la red, debido a la necesidad de gente capacitada. Por tanto, es aquí donde aplica la segregación de funciones, ya que es por conocimiento y por área de aplicación, y no por jerarquía. Desde otra perspectiva de la muestra, se afirma que el dato no conoce las diferencias entre el *backbone* y las *wans*, protocolos IoT como ser MQTT multicapa TCP, o tecnologías que convergen video con analítica estructurando datos a partir de imágenes que luego alimentan múltiples flujos de procesos de gestión, esto rompe las fronteras entre departamentos.



Con un 31% de coincidencias, el reparto de responsabilidades es uno de los desafíos a resolver si se desea trabajar de forma más integrada, ya que las mismas no deben compartirse, será un modelo por desarrollar. Un 13% cree que un especialista en un cierto dominio deberá tener flexibilidad para integrarse a equipos multidisciplinarios.

Desafíos organizativos para lograr la convergencia

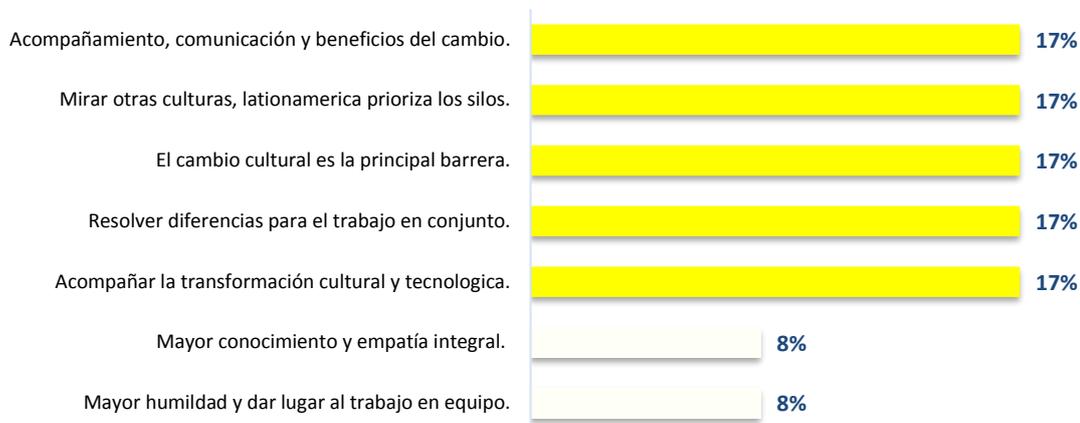


Total, Muestra : 8 personas – [54% IT – 46% OT]

La gestión del cambio pasa principalmente por lo cultural a nivel organizacional. Emergen varios puntos de la muestra realizada coincidentes entre IT y OT, tal como el acompañamiento para la reducción de incertidumbre. Clasificando la muestra en entrevistados del lado de OT indica que la gestión del cambio es una disciplina clave para la implantación de cualquier novedad tecnológica o no tecnológica, y que tener fuertes procesos resume la base de las mejores prácticas, las cuales constituyen el dogma que soporta las decisiones, pero que esto fue evolucionando a partir de la mejora continua y en cualquier transformación cultural, especialmente disruptiva como la que propone la transformación digital, esto puede ir cambiando.



Desafíos organizativos para gestionar el cambio

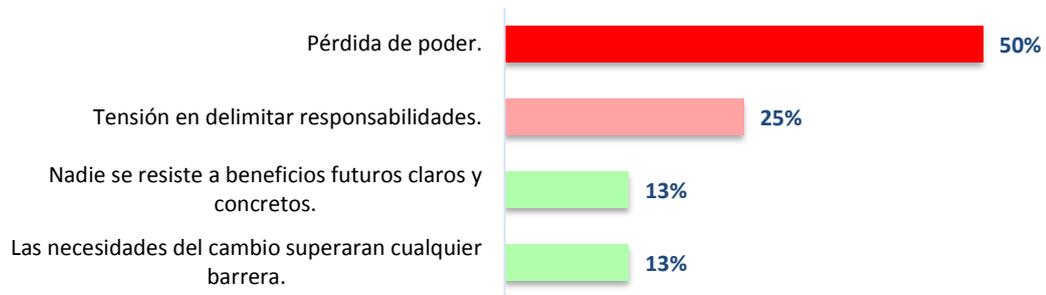


Total, Muestra : 8 personas – [54% IT – 46% OT]

La resistencia al cambio organizacional producto de la integración tecnológica desprende distintos matices de opiniones. Un 50% cree que existirá resistencia producto de amenaza de pérdida de poder. También emerge la barrera cultural debido a que no existe una única verdad de cómo se debería implementar un determinado cambio. Se destaca el hecho de establecer un sentido de urgencia sustentado por una posterior coalición, aunque esto podría ser boicoteado por segundas intenciones o agendas ocultas. El ego es otro punto que se consideró como enemigo oculto en estos casos, por pensar individualmente en ser más importante (en personas, sectores o competencias a cargo). Es esencial tener una visión del proceso completo, y sentirse parte de la cadena y el objetivo final. Las tensiones es otro factor que ha emergido, ya que hay una zona gris que delimita las responsabilidades y los roles de cada uno. En otro sentido, un 13% opina que las fuerzas y necesidades que motorizan el cambio superaran cualquier barrera, por tanto, la decisión se restringe a cuán proactivos o reactivos seamos, capitalizando los beneficios que representa el liderazgo o asumir los costos que implica recuperarse de la obsolescencia.



Emergentes de la resistencia al cambio



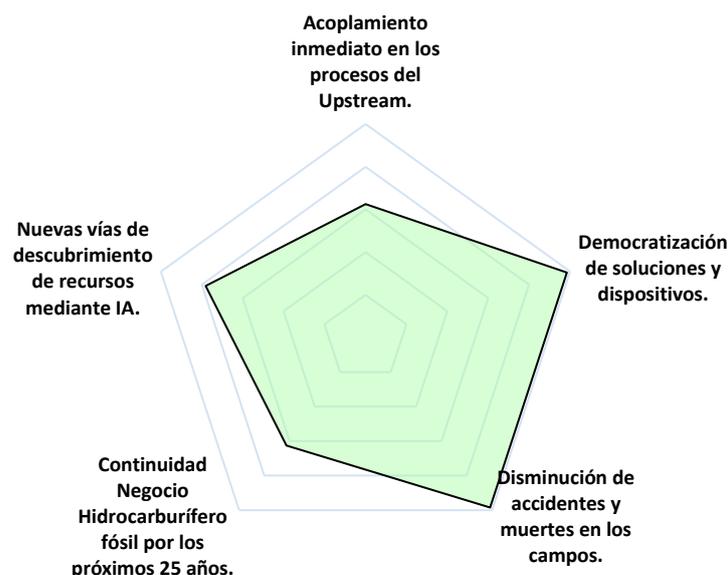
Total, Muestra : 8 personas – [56% IT – 44% OT]

Por último, un 33% opina referido a la pérdida de poder que hay tanto por hacer, que lo que viene es una expansión exponencial y no hay forma de manejarlo en un solo lugar.

8.5 Principales Indicadores.

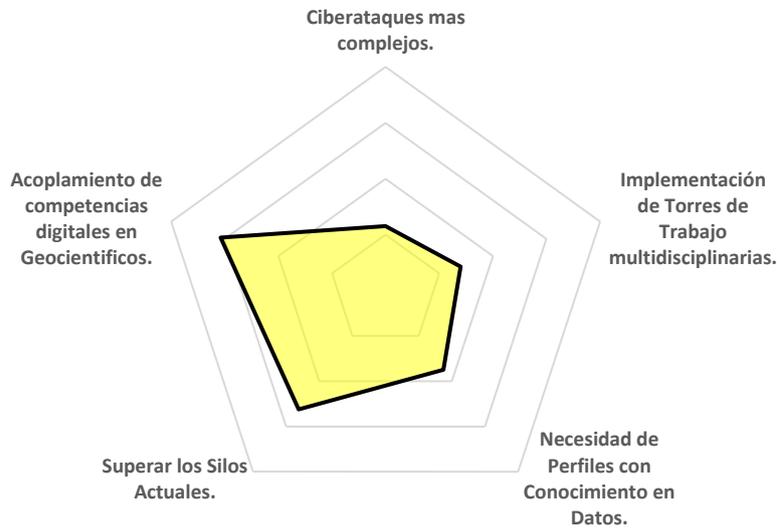
Se ha segmentado en base a los resultados extraídos anteriormente los principales indicadores en base a aspecto positivos, negativos y acciones a realizar a futuro del impacto de la convergencia IT/OT y su entorno en la industria del hidrocarburo fósil argentino.

Oportunidades y/o Aspectos Positivos

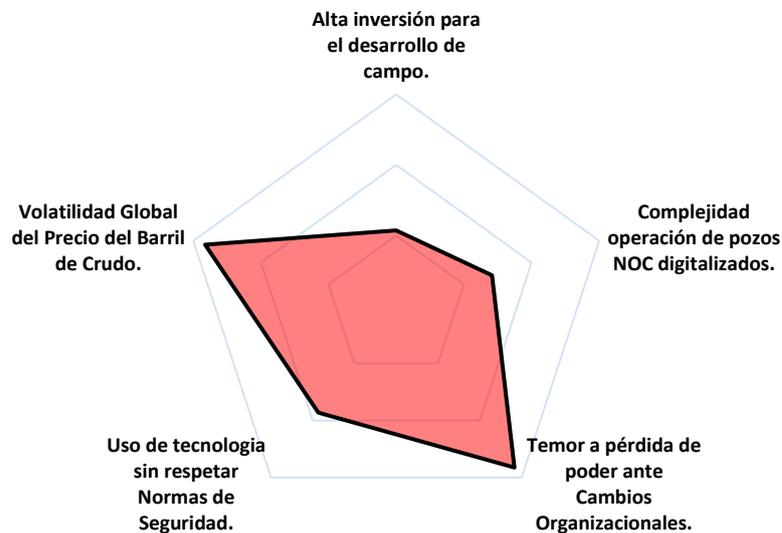




Desafíos y Necesidades Por Cubrir



Debilidades e Incertidumbres



Resumen Capitulo VIII

Las conclusiones del trabajo de campo han permitido poner en una escena pragmática las diferentes opiniones de los referentes seleccionados. Se evidencio un porcentaje de coincidencia bastante alto en la mayoría de las preguntas realizadas, teniendo en cuenta que



alguno de ellos pertenece al ámbito de sistemas de información y otros al del operaciones y negocio del *Upstream*.

Yendo al plano del marco situacional de la industria, todos están alineados con que el negocio de los hidrocarburos fósiles continuará a pesar de la creciente tendencia de los renovables. En otro aspecto y más allá de algunas divergencias, todos creen que el escenario futuro estará dado por el marco de la digitalización, y el NOC en este sentido ya nació así, etiquetándolo como el hijo evolucionado del convencional, con complejidades que están comenzando a emerger. La mayoría coincide en un déficit educativo en cuanto a la formación de personas en las nuevas tecnologías, lo que implicará mayores desafíos sobre escenarios desconocidos en la actualidad.

Respecto ciberataques, los allegados a IT tienen mayor conciencia y capacidad de conocimientos para afrontar estos nuevos escenarios, juntos con el área de ciberseguridad. Se deja ver cierto contraste con OT, que debería alinearse con las dos anteriores para trabajar en soluciones continuas que mitiguen vulnerabilidades.

La democratización de dispositivos, sensores y protocolos tendrá cierto impulso de la mano de la convergencia tecnológica, pero requerirá que los nuevos competidores cumplan con todos los requisitos del mercado y puedan lograr introducirse como alternativa ante los grandes jugadores. Hay cierta coincidencia entre ambas áreas respecto que todavía no existe transparencia total de compatibilidad entre *vendors*, dejando como única posibilidad, adquirir todos los productos con el mismo fabricante. Si ven factible las plataformas open source y tecnologías agnósticas, y la oferta China en cuanto a que inundará el mercado con precios más accesibles, pero dependerá, como se dijo al principio, que cumplan con todos los estándares necesarios.

La seguridad física es un tema muy importante en esta industria, ya que anualmente suceden eventos con incluso de pérdidas de vida. Todos entienden que la tecnología puede ayudar a reducir esto, pero los más cercanos a OT creen que algunos casos también es un tema cultural, y de cómo las personas se exponen a situaciones de peligro y no se respetan las normas de seguridad vigentes.



Muchos coinciden, más los proveniente de lado de IT, que la convergencia debe ser inmediata, pero el acoplamiento recién está transcurriendo junto la estandarización de los procesos. Desde OT dan un plazo máximo de 2 años para comenzar a entregar valor y ven a la tecnología como apoyo para la digitalización de procesos, fundamentándose en que no solo hay que digitalizar un proceso, sino hay que tender a transformar el uso de la tecnología para la toma de decisiones.

Desde IT vislumbran que la inteligencia artificial a medida que gane madurez será cada vez más sofisticada, pudiendo cubrir ciertas tareas que hoy el geólogo o geofísico hacen manualmente, y que estos últimos deberán capacitarse en herramientas de predicción para darle continuidad a su rol. Desde OT visualizan estos cambios a más largo plazo, y no creen que la convergencia permita descubrir nuevas zonas de hidrocarburos. Si coinciden, en cuanto al rol actual de estas personas, en sumar competencias que permitan el acoplamiento del uso tecnológico a las tareas actuales.

A nivel organizacional, todos los entrevistados aceptan que definitivamente se trabaja en silos, y que es necesario integrarse. Coinciden que la convergencia puede ayudar a que esto suceda, y para ello hay que tener visión del proceso completo para entender el rol y las responsabilidades de cada uno. Hay un cambio cultura que superar y que proviene de la pérdida de poder y egos, y es algo que se consigue con trabajo en equipo, madurez y empatía.



CAPITULO IX – CONFRONTACION LABOR DE CAMPO

9.1 Presentación

El desarrollo de este capítulo se centra en confrontar las hipótesis planteadas, en este caso son 7, los hallazgos teóricos extraídos de los capítulos del trabajo y resultados de la labor de campo para verificar su cumplimiento o no.

9.2 Parte I – Marco Situacional del Upstream – Capítulos I, II y III.

¿Frente el potencial de recursos no convencionales, Argentina será capaz de explotarlos y convertirlos en reservas generando autonomía energética para los próximos años con las tecnologías tradicionales?

Objetivo propuesto

Describir y analizar los alcances de la operación del sector exploración y producción del gas y petróleo desde el punto de vista teórico y práctico. Factores geopolíticos y económicos, en Argentina y en el mundo, y su relación con la tecnología en los mercados del futuro.

Hipótesis del objetivo - #1

H1. Convertir recursos en reservas explotables en Argentina será cada vez cada vez más complejo, requerirá de mucha investigación, desarrollo y alta inversión.

Hallazgos del marco teórico - #1

A través de la técnica de fracking, EEUU se ha convertido en el mayor país productor de hidrocarburos fósiles, junto con Arabia Saudita que ocupa el segundo lugar respectivamente. El precio de venta referencial del petróleo proviene de las bolsas de valores de los cinco continentes y está atada a la volatilidad y fluctuación a nivel global, calidad y factores técnico-adicionales. En Argentina el NOC se divide en dos tipos de hidrocarburos, formaciones impermeables o *shale* formadas a partir de lecho de lagos y mares, tal como Vaca Muerta, y las *tight* o formaciones muy compactas de baja permeabilidad. La complejidad del NOC pasa por la ubicación de los hidrocarburos a extraer, distribuidos en millones de poros microscópicos que, a diferencia de los reservorios convencionales, no



están interconectados entre sí y, por lo tanto, no pueden desplazarse por el interior de la formación. Es necesario generar artificialmente vías para que el hidrocarburo pueda fluir hacia el pozo, reabriendo las diminutas fisuras en la roca generadora. Una idea geológica termina plasmándose en la decisión de perforar un pozo mediante la dependencia de factores técnicos, financieros, comerciales y legales. El geocientista genera la idea y minimiza los riesgos geológicos.

La Secretaria de Planeamiento Energético por su parte proyecta un incremento favorable para el país en lo que refiere a Vaca Muerta. Tanto el gas como el petróleo no convencional tienen un mayor volumen en comparación al hidrocarburo convencional del mismo tipo. Otro dato significativo, es que para el año 2025 se prevé el pico de inversiones para el segmento no convencional establecido en casi 21 mil millones de dólares, y se verá en ese sentido hasta el 2030 según lo proyectado.

La transformación digital del petróleo y el gas en la próxima década estará centrada en la gestión del ciclo de vida de los activos digitales, las nuevas tecnologías digitales combinadas con conocimientos basados en datos pueden transformar las operaciones, aumentar la agilidad y la toma de decisiones estratégicas, dando como resultado nuevos modelos de negocio. Los activos se desplegarán con capacidades de autodiagnóstico y resiliencia. Las decisiones de mantenimiento de activos serán comandadas bajo IA, con una intervención humana mínima o nula. Estas tendencias conducirán a una multiplicidad de desafíos para las compañías que buscan administrar un panorama de datos cada vez más complejo e IT puede desempeñar un papel importante al aportar nuevas innovaciones en torno a la disciplina de datos, administrando bases de datos de forma integral para toda la inteligencia de negocios, aplicaciones analíticas y de inteligencia artificial, aplicaciones basadas en blockchain y todo esto bajo el mandato del gobierno del dato.

Argentina ha impulsado un Plan Estratégico Federal 2018-2030 adecuando el plan de estudio de determinadas Universidades para lograr que el *software* sea considerado una nueva disciplina, dando el puntapié a la generación de carreras universitarias y terciarias cortas del orden de las tecnicaturas para completar la diversidad de los perfiles profesionales que la industria requiere. El Gobierno Nacional continua con el Plan 111 Mil, que es un



curso de programación que se ofrece dividido en módulos tales como programación, programación orientada a objetos, bases de datos y desarrollo de software. Conceptos como Internet de las Cosas, Inteligencia Artificial, Ciudades Inteligentes y Big Data constituyen el común denominador de un transitar social atravesado por la tecnología.

Relevamiento Parte I - #1

El consumo de hidrocarburos, petróleo y gas tendrá continuidad por los próximos 25 a 50 años, según el lote encuestado. No existirá disminución de consumo, ni tampoco competirá en ese sentido con las energías renovables ya que llevará tiempo cambiar la matriz energética. La sustitución del gas sobre el carbón, y las demandas del crecimiento que tiene el país o el desarrollo de otras industrias hacen que el panorama de los hidrocarburos fósiles sea optimista. La industria tiene una visión más larga placista con respecto a los hidrocarburos fósiles.

Desde el punto de vista de OT, consideran que la opción de operar en países de riesgo como puede ser el norte africano o áreas que están en situación de conflicto o situaciones de inseguridad jurídica, como puede presentar Venezuela sin ponerle valores políticos o morales, compite con otros mercados y en esa situación puede entrar Argentina con reservas probadas. Se vislumbra es una gran incertidumbre sobre la volatilidad de precios, quizás veamos un mercado creciente en la demanda, pero no suficientemente rentable o atractivo.

Uno de los grandes desafíos del NOC es la gestión de lo que son las interferencias en término de las fracturas, que se da cuando la fractura de un pozo afecta a otro productivo. La convergencia puede aportar una fuerte reducción de costos operativos y otorgar viabilidad y rentabilidad frente a las necesidades del negocio. La convergencia IT/OT es algo que se viene dando de a poco y cada vez más fuerte. Habrá mucha digitalización, mucha tecnificación, todos los conceptos de IoT van a explotar. Mucho de los elementos de la transformación digital se aplicarán a la industria, todo lo referido a telemetría, monitoreo, el control o gestión remota de los activos va a ser cada vez más fuerte. La integración tecnológica será inevitable. Este escenario plantea tener dispositivos conectados enviando gran cantidad de información, requiriendo procesarla de forma integral, comenzando a barrer con las fronteras de cada uno de los dominios. La convergencia hace que quienes toman



decisiones cuenten con otro tipo de información, y puedan hacerlo incluso tiempo real. Esto se traduce en decisiones más ágiles para optimizar y mejorar los procesos, y a largo plazo tener más oportunidades de desarrollo de campo o incluso bajar la tasa de riesgo en exploración.

Hay una gran carencia en un área en particular en el dominio de IoT, la comunicación, ciberseguridad, las universidades no lo están focalizando y deberían hacerlo de inmediato. Los planes educativos nos están adecuados. Respecto a industria 4.0, en Argentina hay muy poco. Lo que sucede normalmente es que carreras afines se empiezan a especializar o adaptar mientras llega el sistema educativo, porque siempre lo hace tarde. Las carreras genéricas no te forman para las necesidades actuales. Las carreras del futuro van a estar orientadas más a los servicios, a los datos, a lo que hay que hacer y no tanto al cómo hay que hacerlo.

Confrontación Parte I:

El mapa global de los hidrocarburos fósiles coloca a Argentina dentro de un escenario con grandes posibilidades de explotar los recursos probados en el sector Vaca Muerta, proyección de inversiones por los próximos 10 años, y continuidad para los 25 a 50 años. A nivel global, los grandes jugadores tales como Arabia Saudita, EEUU y China generan volatilidad de precios en el barril de crudo a través de los mercados, y en Argentina elevan los niveles de incertidumbre. Actualmente se visualiza una creciente demanda del negocio, pero no suficientemente rentable o atractivo. No muchos países cuentan con recursos no convencionales, EEUU ha ganado terreno como productor mediante la técnica del fracking, pasando de ser uno de los principales productores, aparte de continuar de la misma forma como consumidor.

Todos los pozos del NOC están naciendo de forma digital, lo que propone un marco propicio para la convergencia IT/OT. El apalancamiento de la tecnología hace posible la viabilidad de los proyectos, y otorgan mejores oportunidades para el desarrollo de campo. Al ser un escenario de desarrollo relativamente nuevo, el NOC presenta ciertas complejidades como ser la gestión de interferencias en terminos de fracturas, el manejo de grandes volúmenes de datos y su posterior procesamiento, el manejo de programación avanzada, la integración de todos los dispositivos intervinientes, la iluminación o



comunicación en todas las zonas a operar, y por consiguiente la alta inversión que todo esto requiere.

Desde el punto de vista de formación de personas para la demanda futura, Argentina ha impulsado planes estratégicos dirigidos a la digitalización y los mercados futuros, pero se evidencia una gran carencia de profesiones, y profesionales de las ramas duras hacia el futuro mediato. Al tener entornos digitales es necesario contar con personal idóneo con dominio en el manejo de los datos principalmente, entendimiento de los protocolos, manejo de la integración y las comunicaciones, programación en todas sus ramas, inteligencia artificial y analítica avanzada, entre otros.

En conclusión, con la Parte I, se evidencia una alineación de la hipótesis #1, los hallazgos teóricos, el relevamiento a los *stakeholders* alcanzados y los objetivos propuestos. Argentina tiene un potencial muy grande con reservas probadas focalizadas en Vaca Muerta. El NOC presenta un escenario más complejo por ser relativamente nuevo, con nuevos desafíos y problemáticas a resolver. La convergencia tecnológica viene a aportar las herramientas necesarias para simplificar de alguna manera estas cuestiones, con el agregado de ser un campo fértil para el desarrollo de innovaciones tecnológicas dentro del marco digital, como por ejemplo la geo navegación de un pozo en tiempo real. Por otro lado, se condice plenamente que bajo su apalancamiento es posible reducir costos y hacer viable el desarrollo del campo. El desafío a nivel país será desarrollar hoy las personas que atenderán las demandas tecnológicas en el futuro, y capitalizar los resultados convirtiendo recursos en reservas.

9.3 Parte II – Adopción e Integración Tecnológica – Capítulos IV y V.

¿La integración de tecnologías impulsará, en el futuro mediato, cambios en las tareas internas y periféricas que alcanzan las operaciones del *Upstream* petrolero?

Objetivo propuesto

Identificar bajo un conjunto de recomendaciones, ventajas y desventajas, el impacto de la integración tecnológica en las operaciones del *Upstream*.



Hipótesis del objetivo #2

H2. La convergencia entre IT y OT producirá en Argentina un aumento de requerimientos de seguridad para evitar ciberataques.

Hallazgos del marco teórico #2

Los avances tecnológicos actuales han puesto controladores industriales en línea, convirtiéndose en objetivo de *hackers* ya que no se crearon para abordar amenazas de seguridad o errores humanos. La conectividad de dispositivos abre la posibilidad de recibir ataques sofisticados de forma remota con el objetivo de apoderarse de máquinas con propósitos nefastos. Los ataques cibernéticos en los sistemas IT/OT pueden provocar pérdidas significativas para las compañías de petróleo y gas, ya que podría comprometer credenciales, activos y puertas de enlace. La convergencia exitosa de ciberseguridad de IT / OT requiere una estrecha cooperación y unión entre ambos departamentos, bajo una estrategia de seguridad integrada se tenderá a reducir las brechas de seguridad y riesgo cibernético general de la organización, ya que cualquier ataque que pudo haber comenzado en un entorno, y extenderse con éxito hacia otro.

Relevamiento Parte II #2

El total de encuestados afirma que se incrementarán los ciberataques frente a la digitalización, producto de la conectividad e hiper conectividad aumentando considerablemente aumento de requerimiento de ciberseguridad. Tendrán más volumen, serán más complejos, se vislumbra según lo relevado que podrían provocar cambios en la operación que puedan pasar desapercibido. Los focos de ataques estarán dados hacia los protocolos de comunicación de los dispositivos involucrados, intrusión lateral y manejo a distancia debido a la telemetría. Como debilidad a su vez se evidencia reticencia en el aplicado de parches de seguridad para no afectar la producción en curso. Tanto IT como OT coinciden en una agenda digital de trabajo a cinco años para la mitigación de vulnerabilidades, la revisión de procesos, la trazabilidad del dato y su seguridad.



Hipótesis del objetivo #3

H3. La convergencia tecnológica abrirá el mercado a diferentes fabricantes con dispositivos integrados y funcionales a la operación del *Upstream*.

Hallazgos del marco teórico #3

En carácter de democratización, IoT es uno de los motores del cambio y se ve impulsado en la posibilidad de gran cantidad de recolección de datos producto de la interacción con dispositivos físicos, lo que abre el mercado en relación con los clásicos sistemas. La infraestructura existente de petróleo y gas también se está modificando para garantizar compatibilidad entre las aplicaciones convergentes ya implementadas. La clave del sector hidrocarburífero ha sido particularmente el desarrollo de IoT. Los datos generados por las máquinas comprenderán una mayor proporción para el año 2020, el 10 por ciento del universo digital correspondiente a 44 zetabytes se originará en dispositivos IoT. En cinco años, habrá siete veces más datos de IoT que los que hay hoy.

Relevamiento Parte II #3

Más de la mitad de los encuestados coincide en que la convergencia IT/OT abrirá el mercado a diferentes fabricantes, faltará ver el tema de la confiabilidad y calidad para brindar esta alternativa ante los fabricantes tradicionales, en otras palabras, deberán estar a la altura y cumplir con las condiciones del mercado y de las operaciones del lugar, sin resignar características de seguridad y con sensorización de bajo consumo eléctrico. Las empresas emergentes, principalmente de China, ofrecen productos similares a menor costo lo que fuerza a quebrar los precios del mercado. Por otro lado, un porcentaje menor indica que habrá nuevos jugadores ofreciendo soluciones, pero que tarde o temprano serán absorbidos por los más grandes quedando siempre el mercado dentro de los *vendors* tradicionales. Hoy en día la compatibilidad plena solo se logra adquiriendo los productos de un mismo fabricante según lo extraído de las entrevistas, como así también otros opinan que los sensores se convertirán con el paso del tiempo en commodities.



Hipótesis del objetivo #4

H4. Disminuirá significativamente el riesgo de seguridad e integridad física del personal de yacimientos de hidrocarburos en Argentina gracias a la integración tecnológica.

Hallazgos del marco teórico #4

A través de la utilización inteligente de datos, una firma petrolera podrá entender mucho mejor cuál es la forma óptima de extraer petróleo, aumentando eficiencia en el manejo de las personas y sus condiciones de seguridad en los sitios de trabajo. Dentro del contexto del campo petrolero, un trabajador puede estar expuesto a temperaturas extremas, gases peligrosos o productos químicos nocivos. Las tecnologías portátiles pueden controlar la frecuencia cardíaca, deshidratación y fatiga de los trabajadores, detectar la presencia de gases nocivos en los alrededores alertando al trabajador. La tecnología puede usarse para rastrear eficientemente a la fuerza laboral durante las operaciones de campo, en caso de una situación de emergencia, como una fuga de petróleo o gas. El localizador de personal puede identificar un recurso particular cerca de un área específica, y desplegarlo rápidamente hacia una zona segura. El uso de gemelo digital permite que los datos de IoT se recopilen para informar el aprendizaje automático, los modelos estadísticos y los modelos físicos del trabajador, esto ayuda a modelar los hábitos de trabajo del gemelo digital humano, proporcionar modelos de fatiga e identificar peligros en el medio ambiente.

Relevamiento Parte II #4

Dentro del lote encuestado, hay plena coincidencia que la convergencia generará condiciones más seguras, evitando tareas presenciales en campo para algunos casos. Pero de esta afirmación se desprende la dependencia del buen uso que se le dé, el procesamiento de la información generada, los fines preventivos, y la seguridad individual. Después están las cuestiones culturales, de apremio y costo, en cuanto a incentivar a las personas a respetar las normas de seguridad. De la muestra, hay coincidencias respecto a la analítica de video para mitigar varios factores de riesgos y dar avisos proactivos. La introducción con Drones para inspecciones en altura, realidad aumentada enviando información desde una central al campo entre otros. Un riesgo por considerar en la implantación de estas soluciones a nivel nacional es sin dudas la conectividad, tema a resolver en el futuro mediato.



Confrontación Parte II:

Referido al punto #2

Tener escenarios de conectividad e hiper conectividad desde el avance tecnológico es un paso muy importante que trae sus ventajas y consecuencias. El manejo de dispositivos de forma remota puede dejar el escenario perfecto para lograr intrusiones que modifiquen cualquier variable establecida condicional de operación, provocando un impacto muy alto no solo en términos económicos, sino también en desastres naturales o accidentes con intervención humana. En este sentido se evidencia una alineación de la hipótesis #2, fundamentado por las muestras realizadas en la labor de campo y los hallazgos del marco teórico, no solo en el hecho que los ciberataques aumentarán a futuro, y en cascada aumentos en los requerimientos de seguridad, sino también su mitigación en base a la unión de estas dos áreas. Emerge la necesidad de contar con nuevos perfiles tecnológicos en pos del desarrollo de soluciones robustas mediante el uso algoritmos de autoaprendizaje que puedan predecir y evidenciar patrones fuera de lo normal.

Referido al punto #3

El IoT o Internet de las Cosas es el impulsor de un escenario futuro más descentralizado, con mayores alternativas, con costos relativamente más bajos que las opciones tradicionales. Por tanto, las operaciones en el ámbito del Upstream son propicias a converger tecnológicamente bajo esta impronta, favoreciendo los sistemas con código abierto, por sobre sistemas propietarios, y dar lugar a tecnología agnóstica. La conectividad de IoT es muy reciente, los nuevos protocolos como MQTT requieren de madurez ya que no están afianzados, existiendo un riesgo de que no evolucionen. Todavía no existe la transparencia de compatibilidad, sino más bien, hay que adquirir toda la suite completa de un mismo fabricante para que eso ocurra. Bajo esta impronta, extraída de los hallazgos teóricos y complementada por las entrevistas realizadas, hay alta coincidencia en fundamentar la hipótesis #3 convalidando la democratización del mercado. En el futuro mediato cada vez más se visualizarán a los sensores como commodities, debido a un mercado inundado de ofertas, y con nuevos jugadores. Volviendo a la evolución educativa a nivel



nacional, se evidencia de la necesidad de contar con personas que manejen el dominio IoT, la comunicación y la ciberseguridad.

Referido al punto #4

Los últimos 20 años la industria petrolera ha sido protagonistas de distintos eventos desafortunados, tal como derrames, explosiones, errores operativos con impactos altos, y otros. A nivel nacional, dentro de ese mismo lapso se evidencio catastróficamente un promedio de casi 5 muertes anuales en condiciones laborales dentro del contexto del campo petrolero. Cifras considerablemente muy altas no solo desde lo estadístico, sino el costo a nivel humano con todos sus factores asociados, rompiendo la frontera de lo laboral. La convergencia entre IT/OT no solo es hablar de tecnología, sus alcances pueden aportar una grata disminución en lo que respecta a la seguridad de las personas en condiciones y zonas relativamente peligrosas dentro de la operación. Algo que, si sobrepasa la tecnología, es la educación y la cultura en las personas, ya que es mandatorio poder cumplir con las normas de seguridad para luego si complementar con tecnología y capturar el valor esperado en este sentido. Todo aquello que propicie mejores condiciones labores y más seguras siempre será beneficioso. Por tanto, así lo manifiesta los hallazgos teóricos y la labor de campo en consideración a la hipótesis #4 planteada en el presente trabajo. El alcance de las soluciones tecnológicas soportadas bajo la convergencia tiene un enorme potencial y nos darán la posibilidad de realizar tareas desde una perspectiva de asistencia, control, y sin exposición humana. La carencia actual es la falta de conectividad, como por ejemplo conectividad 5g, para iluminar los campos, y esto se traduce en alta inversión para hacerlo posible.

9.4 Parte III – Impacto Organizacional frente al cambio – Capítulos VI y VII.

¿Las organizaciones orientadas al petróleo podrán implementar los cambios necesarios hacia la adopción de un nuevo marco digital?

Objetivo propuesto

Identificar factores hacia la convergencia tecnológica frente al cambio organizacional de las compañías petroleras.



Hipótesis del objetivo #5

H5. Las compañías petroleras enfocadas en el *Upstream* de Argentina deberán adaptar sus procesos y producir la integración entre IT y OT.

Hallazgos del marco teórico #5

Se está dando un nuevo marco de soluciones que mejoren el diseño y la evaluación de proyectos, desde la exploración hasta producción, con operaciones de perforación no tripuladas, aumento de la confiabilidad del ecosistema y predicción de las necesidades de mantenimiento. Implementación de esquemas de trabajo mediante distintas torres o pilas tecnológicas con foco en el aumento de eficiencia y el crecimiento rentable. Cada pila está compuesta por un ecosistema discreto de compañías, con sus propios acuerdos comerciales, flujos de datos independientes y un conjunto particular de desafíos técnicos, cada pila tiene una madurez digital diferente. Este cambio digital puede impactar significativamente en el proceso de desarrollo de la fase del proyecto, desde la selección del concepto de campo a los pasos de puesta en marcha.

Relevamiento Parte III #5

Se evidencia una clara necesidad de acoplar la convergencia a los procesos del *Upstream*. En este sentido, hay coincidencia en que actualmente no existe una adopción, y que debe impulsarse un cambio en los procesos para los próximos dos años, materializar los beneficios y entregar valor. Para que esto suceda, según lo relevado, hace falta madurez y cambio de *mindset*. Sumado a lo anterior, se evidencia que sin el acoplamiento de la convergencia no habrá fortalecimiento en la toma de decisión. La reingeniería de los procesos se debe pensar incluyendo convergencia tecnológica, teniendo en cuenta la variable de la temporalidad de los datos, es decir la disponibilidad de estos en el momento que lo requiero. Hay un alto porcentaje de consenso en considerar como desafío en el futuro mediato un grupo multidisciplinario entre IT y OT para atender todos los temas tecnológicos de una forma ágil e integrada, con una nueva forma de trabajo basada en nuevos procesos que lo soporten.



Hipótesis del objetivo #6

H6. Los geólogos y geofísicos reducirán su incertidumbre en identificar zonas potencialmente atractivas en hidrocarburos debido a la convergencia entre IT y OT.

Hallazgos del marco teórico #6

El desarrollo de análisis de datos geológicos mediante digitalización, la aplicación de técnicas avanzadas de análisis y el aprendizaje automático para grandes volúmenes de datos proporcionará a los equipos de exploración información precisa y significativa. La aplicación de métodos de machine learning para el modelado de reservorios, basados en grandes volúmenes de datos acelerará y mejorará la interpretación de los datos de exploración. La digitalización requerirá de una inversión sustancial en el campo emergente de *machine learning*, mayor cooperación entre las compañías de petróleo y gas, mayor procesamiento de datos sísmicos y alta convergencia IT/OT. Las primeras implementaciones de métodos de machine learning ya están localizando fallas geológicas de forma automática a partir de datos sísmicos sin procesar.

Relevamiento Parte III #6

Se deja ver un gran consenso en cuanto al aporte que puede brindar la convergencia tecnológica en el descubrimiento de zonas potencialmente atractivas en hidrocarburos fósiles. Se apalanca esta posibilidad bajo el uso de inteligencia artificial principalmente, y se apoya sobre el manejo de grandes volúmenes de datos, analítica de imágenes y videos para la detección de patrones y uso de algoritmos avanzados. De la muestra realizada, una parte proyecta que esto sucederá dentro de los próximos cinco años con un cambio radical en las formas de descubrimiento a través de tecnología, en optimizaciones, en nuevas formas de trabajo en lo que hace a reservorios, geofísica / geociencia, que ya vienen con tecnología hace muchos años. Otra parte opina que los roles tradicionales que trabajan en estos temas se mantendrán, pero deberán acoplar conocimientos y competencias junto con el uso de respaldos tecnológicos para lograr ser asertivos y disminuir la incertidumbre, por tanto, requerirán una transformación.



Hipótesis del objetivo #7

H7. Implementar la convergencia tecnológica entre IT y OT introducirá en las empresas argentinas petroleras a cambios culturales que signifiquen romper silos; integrar áreas del negocio; aumentar niveles de transparencia y gestionar conocimiento.

Hallazgos del marco teórico #7

El cambio organizacional puede generar el fin del solapamiento invisible que existe al tener ambas áreas tecnológicas trabajando en forma paralela, en departamentos separados, y en muchos casos con soluciones duplicados. Una determinada fusión tecnológica requerirá un enfoque estructurado con una evaluación de madurez operativa, priorización de iniciativas digitales y establecimiento de un modelo de proceso operativo digital. A medida que la digitalización aumenta su velocidad e intensifica el cambio, los trabajadores deben poseer competencias más fundamentales como lidiar con la complejidad y aumentar su ritmo de respuesta. La captura de datos puede ser explotada correctamente solo si hay suficientes empleados, analistas y científicos de datos con capacidad de comprender tanto el modelado estadístico como las aplicaciones comerciales de *big data*. En la actualidad existe dificultad en captar estos recursos, lo que representa una de las mayores barreras. El impacto de la digitalización en las organizaciones marca una serie de nuevas formas de trabajo que algunas organizaciones ya han puesto en práctica tales como reuniones virtuales, colaboración de datos, gestión del conocimiento e interdependencia. El trabajo estará basado en talento ya que prescindirá de títulos, diplomas, o trayectorias acumuladas, y lo único que cuenta a los efectos de asegurar empleabilidad es el talento del individuo, medido por su capacidad de hacer, de crear, de innovar y de adaptarse a los requerimientos.

Relevamiento Parte III #7

Una parte de la muestra realizada apoya la continuidad de los silos fundamentándolo en el apoyo hacia las personas que saben de una especialidad a bajo nivel porque el silo los define, le da identidad y lo forma en su área de conocimiento. En ese sentido, se evidencia el tema de la complejidad de cada red y por tanto es necesario la segregación de funciones por conocimiento y área de aplicación. Para lograr convergencia tecnológica hay que superar



distintos desafíos, tales como, la división de responsabilidades, generar espacios colaborativos, dejar los egos de lado, trabajar de forma más integrada. Los entrevistados indican que la gestión del cambio es una disciplina clave para la implantación de cualquier novedad tecnológica o no tecnológica. Hay una alta adhesión en gestionar la resistencia al cambio organizacional para lograr la convergencia tecnológica, la mitad cree la amenaza de pérdida de poder es el principal temor en las personas ante este tipo de situaciones. También emerge la barrera cultural debido a que no existe una única verdad de cómo se debería implementar. Temas de egos es el enemigo oculto en este caso, no pensar en que puedo ser más importante (en personas, sectores o competencias a cargo) y tener una visión a nivel del proceso completo incluyéndose cada uno parte de la cadena y el objetivo final. Otro punto es el de las tensiones, ya que hay una zona gris que delimita las responsabilidades y los roles de cada uno. Otros opinan que las necesidades superaran cualquier barrera, por tanto, la decisión se restringe a cuan proactivos o reactivos seamos, capitalizando los beneficios que representa el liderazgo o asumiendo los costos que implica recuperarse de la obsolescencia. Se debería comenzar con un sentido de urgencia para impulsar y concientizar a los demás sobre el cambio, así lo manifiesta uno de los entrevistados, luego establecer una coalición para lograr acuerdos, si en esa coalición hay segundas intenciones, o si cada uno tiene su propia agenda, los acuerdos no se logran y creo que esa es la amenaza más importante que puede conspirar contra la convergencia, son las agendas ocultas de cada uno de los miembros de esa coalición.

Confrontación Parte III:

Referido al punto #5

Si se piensa en los procesos tradicionales que el Convencional utiliza, puede que estén diseñados para una forma de trabajo más manual, interactuando en menor grado con atajos digitales, realizando recorridas presenciales por los pozos y manejando otra temporalidad de los datos. Hoy en día, y como ya se dijo anteriormente, el NOC nace de forma digital y requiere encontrar los circuitos óptimos para el desarrollo de las actividades que forman parte de este. La convergencia tecnológica viene a aportar un nuevo enfoque que requiere ser adaptado y acoplado en los procesos de Upstream el futuro mediano. Se ha



evidenciado el trabajo en modalidad de Torre con integrantes multidisciplinarios bajo injerencia y dirección tecnológica. La hipótesis #5 se encuentra alineado en cuanto al escenario digital necesario para la atención del NOC, bajo la modalidad o visión del trabajo en Torre, tanto para el equipo de exploración, proyecto, perforación y producción. Esto no solo sería un cambio de enfoque tecnológico, sino más bien cultural a nivel organización, aportando los cimientos para prepararse en cuanto a competitividad y efectividad en las operaciones en pos de explotar el objetivo nacional que es Vaca Muerta.

Referido al punto #6

La transformación digital ya se encuentra en marcha, y con ello la aceleración del volumen de información generada nunca vista. El aprovechamiento de todas las vertientes que se desprenden de esto son oportunidades de capitalización para entregar valor y convertir recursos en reservas. Nos enfrentamos concretamente a un cambio de paradigma y es necesario desafiar los procesos conocidos, la digitalización brindará un escenario propicio para generar simulaciones más cercanas a la realidad con posteriores ajustes y auto aprendizaje. Uniendo los hallazgos teóricos junto con un porcentaje extraído de labor de campo emerge como factor común el uso de inteligencia artificial como apalancamiento para el descubrimiento de nuevas zonas hidrocarburíferas. Para esto deberá existir una fuerte inversión inicial en los roles tradicionales acoplando el uso y desarrollo de estas nuevas tecnologías en sus tareas. En base a esto último, un porcentaje considerable extraído de las muestras cree que el rol de los geólogos y geofísicos continuará y por tanto deberán sumar competencias en las herramientas predictivas y de liderazgo digital. Otro porcentaje menor asienta que emergerán nuevos puestos de inteligencia artificial para geología y geofísica. En base a estas consideraciones y coincidencias, se da por alineada la hipótesis #6.

Referido al punto #7

El conocimiento generalista no es aplicable a todos los escenarios, cuando los niveles de complejidad son relativamente altos es necesario contar con especialistas competentes que puedan abordar y resolver temas determinados. La segregación de funciones se bifurca en estos casos, y no es aplicable a niveles jerárquicos u organizativos, más bien pasan por



conocimiento y área de aplicación. En este sentido se vislumbra un fuerte consenso de los entrevistados y los hallazgos teóricos, con relación a la existencia de silos y la necesidad de superarlos. La modalidad de trabajo a grupos multidisciplinares entre IT y OT puede impulsar y atender todos los requerimientos de forma integral. El mayor desafío que emerge en la unificación es delimitar correctamente la línea divisoria de responsabilidades. Por otro lado, un mínimo porcentaje justifica la necesidad de mantener y profundar los silos mediante lo fundamentado al comienzo de este párrafo, indicando además la necesidad de comunicar y generar espacios de colaboración donde haya aportes individuales para un objetivo en común, donde el todo sea más que la suma de las partes. Todo este cambio propuesto a través de nuevas formas de trabajo por medio de la convergencia requiere de gestión. La gestión del cambio en este caso es una disciplina clave para la implantación de cualquier novedad tecnológica o no tecnológica, según lo que marca los ocho pasos de Jhon Kotter, y en coincidencia con una porción de los entrevistados, hay que establecer el sentido de urgencia como primer punto, luego sustentar el impulso con una coalición para lograr acuerdos dejando de lado los intereses personales. De los entrevistados, la variable con mayor adhesión fue la pérdida de poder y el reparto de responsabilidades. Esto deben ser tratados como desafíos a superar ante los cambios que puedan presentarse.

Por tanto, el resultado de la implementación de convergencia tecnológica en las organizaciones se condice con la hipótesis #7 planteada inicialmente y los objetivos propuestos. Los focos de resistencia pasan por gestionar a las personas, trabajar colaborativamente, lograr que visualicen los resultados a futuro y se sientan parte de estos. Tener visibilidad integral de los procesos puede motivar la razón sustancial de colaboración.

Resumen Capítulo IX

Argentina se encuentra en una posición de alto potencial y oportunidades para convertir recursos en reservas de cara al futuro mediato. El negocio de los hidrocarburos fósiles continuara por un largo tiempo hasta que las personas modifiquen sus hábitos de consumo, dejen de ser competitivos ante las renovables o bien haya una declinación natural de los campos petrolíferos y sea inviable frente a los precios de los commodities. La



convergencia IT/OT viene a reducir los costos, disminuir incertidumbre y lograr viabilidad en los proyectos de desarrollo del campo.

La agenda nacional deberá incluir la iluminación o comunicación a nivel territorial, el desarrollo de carreras y competencias alineadas con el mercado digital, y el liderazgo tecnológico para desafiar lo conocido tendiendo a la disrupción. La ciberseguridad será de por sí un tema clave y tendrá mucho que ver la conectividad e hiper conectividad de los dispositivos. Habrá una tendencia a abrir el mercado mediante la democratización de soluciones y fabricantes que tradicionalmente son entre diez y veinte. La convergencia permitirá formas de trabajo más seguras, mediante soluciones innovadoras que permitan disminuir la exposición de las personas a situaciones riesgosas.

Hay un pleno consenso de integrar y acoplar los procesos actuales a la integración tecnológica en el futuro mediato. Es necesario repensar o desafiar los procesos existentes bajo el paraguas de la digitalización. Estos nuevos escenarios abren la posibilidad de generar nuevas vías de descubrimiento de zonas potencialmente atractivas. Es fundamental el trabajo integral y colaborativo entre IT y OT para capitalizar estas oportunidades, gestionar los cambios a nivel organizacional y reducir los focos de resistencias detectados.



Conclusiones Generales

Durante muchos años se ha explotado los suelos y se ha extraído millones de barriles de petróleo, la tendencia indica que las fuentes convencionales o tradicionales son cada vez más difícil de encontrar, y posteriormente explotar. La población mundial sigue en ascenso, y se ve reflejado en la demanda global de los hidrocarburos fósiles. Mediante la implementación de tecnología fracking, EEUU se ha convertido en uno de los mayores productores en el ámbito del NOC o No Convencional, el panorama puede modificarse probablemente en un futuro no muy lejano, cuando países con volúmenes de menor escala de producción agoten sus depósitos, pierdan su autonomía, y la demanda de los propios productores de petróleo crezca. Las tensiones por el control y abastecimiento a nivel global se reflejan en la volatilidad de precios del barril de crudo en las bolsas de valores de los cinco continentes.

A nivel no convencional, Argentina entra con mucho potencial, oportunidad y reservas probadas. El NOC es un escenario relativamente más nuevo y complejo en relación al convencional, pero propicio para implementar convergencia tecnológica. El descubrimiento de Vaca Muerta en la Argentina está representado por importantes depósitos de hidrocarburos no convencionales, petróleo y gas, convirtiendo el hecho en un hito para el futuro energético del país, abriendo la posibilidad de autonomía energética y ubicando a la Argentina como potencial productor mundial de producción de NOC, detrás de China y los Estados Unidos. A nivel complejidad, se necesitará mayor profundización a nivel conocimiento para entender el comportamiento de la roca madre y diseñar la estrategia más adecuada de fracking. Representando un gran desafío, el aporte tecnológico bajo el paraguas de la integración tecnológica debe ser uno de los bastiones para lograr materializar esta enorme oportunidad que la naturaleza nos ha brindado. Será clave la alineación tecnológica, la implementación de soluciones tecnológicas que atiendan las complejidades del NOC con competencias mixtas mediante esquemas multidisciplinario del tipo Torre. La digitalización de los pozos desde su inicio ya está sucediendo, con generación de gran volumen de datos en tiempo real para la toma de decisiones, dando lugar a algoritmos basados en *Machine Learning* para infinitos usos, entre ellos, la geo navegación no tripulada de pozos con auto



corrección en fases de perforación, analítica avanzada, el mantenimiento predictivo con resiliencia y continuidad de la operatoria.

Hay que hacer una revisión en cuanto la formación de nuevos perfiles para cubrir la demanda tecnológica en el futuro mediano. Actualmente se visualiza carencia de egresados provenientes de ingeniería y un bajo dominio de matemáticas en niveles primarios y secundarios. El estado tiene pocos planes para abordar estas cuestiones, y debería incentivar, motivar y condicionar para impulsar esta cuestión. Los aspirantes universitarios prefieren carreras más blandas. La cantidad de ingenieros en cualquiera de sus ramas y áreas de programación cada vez son menos. Para atender los escenarios digitales que están naciendo hoy se necesitará ingenieros de datos y *software*, con conocimientos variados en distintas herramientas de *Machine Learning*, captura y explotación de grandes volúmenes de datos en tiempo real.

La transformación digital ha comenzado, y muchos lo catalogan como una democratización tecnológica por el desarrollo de nuevos dispositivos, conectividad, compatibilidad de protocolos, adopción de nube y manejo de controladores de forma digital. Los sensores prometen cubrir diferentes aspectos mecánicos, magnéticos, térmicos, ultrasónicos, ópticos y laser, entre otros. El crecimiento de nuevas soluciones tecnológicas ha generado un aumento en la oferta y por consiguiente disminución de costos. Diferentes empresas ya compiten en algunos casos entre sí con evolución permanente de nuevas funcionalidades, quizás con algo de carencia en la madurez de lo que ofrecen. Entre ellas, el mercado chino con innumerables fabricantes, con productos similares, competitivos y de menor costo. Esta es en consideración de cada uno evaluar adquirirlos versus las soluciones de los fabricantes tradicionales.

A considerar por las funcionalidades que aportan, los riesgos de vida en las operaciones del *Upstream* podrán reducir considerablemente en Argentina y a nivel global implementando soluciones apoyadas en la convergencia tecnológica. A lo largo del tiempo una sucesión de hechos desafortunados que registraron pérdida de vida humana y accidentes de gravedad alta pusieron en consideración un escenario de trabajo por momentos adverso y peligroso. La integración tecnológica permitirá formas de trabajo más seguras, mediante



soluciones innovadoras que permitan disminuir la exposición de las personas a situaciones riesgosas.

Respecto a la seguridad de la información, según algunos de los indicadores publicados en la actualidad, Argentina es el cuarto país de la región con más ataques cibernéticos detectados, un riesgo aún mayor si se expande la red 5G, que actualmente se encuentra desplegada en pocas zonas del mundo. La seguridad referida a las operaciones de IT y OT deberá ser tomado como tema integral, trabajando fuertemente desde el código seguro, las redes, los usuarios y todas las acciones proactivas posibles. Debe existir una agenda en común, e incluir a ciberseguridad en la definición, en el diseño, en el planteo de la arquitectura de cualquier solución a adoptar.

La implementación de un nuevo paradigma tecnológico podría lograr no solo reducir incertidumbre en el descubrimiento de zonas hidrocarburíferas potencialmente atractivas para su explotación, la madurez en el campo de la inteligencia artificial será cada vez más sofisticada abriendo la posibilidad de hacer mejores inferencias que nos lleven a detectar zonas, o nos otorguen apoyo eficiente en las decisiones. Algunas consideraciones al respecto están dadas por el uso de imágenes satelitales, análisis de imágenes y video mediante ciencia de datos y predictibilidad. Para el caso Vaca Muerta, si las empresas incluyen y adoptan las tecnologías necesarias, junto los cambios organizacionales necesarios bajo la premisa de la unificación estratégica y convergencia tecnológica, Argentina podrá lograr explotar los recursos disponibles, lograr autonomía energética por muchos años, capitalizar el mercado con ingreso de divisas genuinas ante la faltante de dólares, y competir con compañías del exterior pioneras en yacimientos no convencionales.



Referencias bibliográficas y bibliografía

- Accenture. (s.f. de s.f. de 2015). *Accenture.com*. Obtenido de Accenture.com:
https://www.accenture.com/_acnmedia/pdf-5/accenture-el-futuro-del-trabajo-en-argentina-pov.pdf#zoom=50
- Accenture. (s.f. de s.f. de 2017). *Accenture Digital*. Obtenido de Accenture Digital:
https://www.accenture.com/t00010101t000000z__w__/_cl-es/_acnmedia/accenture/conversion-assets/dotcom/documents/local/au-en/pdf/1/accenture-digital-index-argentina-resumen-executivo.pdf
- Accenture. (s.f. de s.f. de 2017). *Accenture.com*. Obtenido de Accenture.com:
https://www.accenture.com/t00010101t000000__w__/_ar-es/_acnmedia/pdf-53/accenture-techvision-argentina.pdf
- Agudelo Ceballos, E., & Arias, A. (26 de Mayo de 2017). *Ingeniare*. Obtenido de Ingeniare: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v26n4/0718-3305-ingeniare-26-04-00673.pdf>
- Albrieu, R., & Rapetti, M. (s.f. de Diciembre de 2018). *Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento*. Obtenido de Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento:
<https://www.cippecc.org/wp-content/uploads/2018/11/210-DPP-ADE-Robots-en-las-pampas-Rapetti-y-Albrieu-diciembre-2018-vf.pdf>
- Anderson, E. (9 de Mayo de 2019). *Forescout*. Obtenido de Forescout:
<https://www.forescout.com/company/blog/5-tips-to-improve-itot-alignment/>
- Artigas, M. (6 de Agosto de 2010). *Fundación YPF*. (C. A. Libro, Ed.) Recuperado el 18 de Marzo de 2019, de Fundación YPF:
https://fundacionypf.org/Publicaciones/Educacion/EDUCACION_FET_Actualizacion_Tecnologica_1.pdf
- Asimov, I. (1971). *Cómo descubrimos el petróleo*. Barcelona, Barcelona, España: Editorial Molino.
- Atos. (s.f. de Noviembre de 2012). *Atos*. Obtenido de Atos:
<https://atos.net/content/dam/global/ascent-whitepapers/ascent-whitepaper-the-convergence-of-it-and-operational-technology.pdf>



- Baller, S., Dutta, S., & Lanvin, B. (s.f. de s.f. de 2016). *World Economic Forum*. Obtenido de World Economic Forum:
http://www3.weforum.org/docs/GITR2016/GITR_2016_full%20report_final.pdf
- Benavides Estévez, J. (03 de Diciembre de 2018). *Porfolio*. Obtenido de Porfolio:
<https://www.portafolio.co/opinion/juan-benavides-estevez/convergencia-de-las-tic-mejora-regulatoria-y-crecimiento-524033>
- Bern, G. (2011). *Investing in Energy: A Primer on the Economics of the Energy Industry*. Hoboken, New Jersey, Estados Unidos: Bloomberg Financial Series.
- Bernard, L. (29 de Agosto de 2017). Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/itot-convergence-creating-unprecedented-opportunities-bernard-lee/>
- Beyazay-Odemis, B. (2016). *The Nature of the Firm in the Oil Industry*. New York: Routledge.
- Bharadwaj, R. (23 de Julio de 2019). *Emerj*. Obtenido de Emerj: <https://emerj.com/ai-sector-overviews/ai-exploration-production-upstream-oil-gas-industry-current-applications/>
- Blancett, J., Pocker, S., & Ranjan, A. (s.f. de s.f. de 2019). *Cognizant*. Obtenido de Cognizant: <https://www.cognizant.com/whitepapers/automating-the-petroleum-industry-from-wells-to-wheels-codex4114.pdf>
- Borgna, A., Di Cosimo, J., & Fígoli, N. (2001). *Petróleo y gas natural. Reservas, procesamiento y usos*. Santa Fe, Argentina: UNL.
- Cabanillas, L., Carstens, G., Lovecchio, J. P., Marshall, P., Rebori, L., Soldo, J. C., . . . Vergani, G. (01 de Septiembre de 2013). *Researchgate*. (A. A. Petroleo, Ed.) Obtenido de Researchgate:
https://www.researchgate.net/publication/282859103_Hidrocarburos_convencional_es_y_no_convencionales
- CAC. (24 de Julio de 2019). *Cámara Argentina de Comercio y Sociedad*. Obtenido de Cámara Argentina de Comercio y Sociedad:
https://www.cac.com.ar/data/documentos/55_El%20impacto%20de%20la%20econom%C3%ADa%20digital%20en%20el%20comercio.pdf
- Cedrola Spremolla, G. (11 de Noviembre de 2016). *Revista Derecho*. Obtenido de Revista Derecho: <http://revistaderecho.um.edu.uy/wp-content/uploads/2017/09/CEDROLA-SPREMOLLA-Gerardo-El-trabajo-en-la-era-digital.pdf>



Choudhary, P., Srivastava, R., Mahendra, S. N., & Motahhir, S. (01 de Agosto de 2017). *IOP Science*. doi:10.1088/1757-899x/225/1/012134

Ciclo de vida de un proyecto. (s.f. de s.f. de 2010). *Galp Energia*. Obtenido de Galp Energia: <http://www.galpenergia.com/ES/agalpenergia/Os-nossos-negocios/Exploracao-Producao/fundamentos-engenharia-petroleo/Paginas/Ciclo-de-vida-de-un-proyecto.aspx>

Consensys Media. (11 de Septiembre de 2018). *Consensys Media*. Obtenido de Consensys Media: <https://media.consensys.net/blockchain-use-cases-for-upstream-oil-gas-bd6affd887e5>

Da Silva, A. (18 de Noviembre de 2008). *La comunidad petrolera*. Obtenido de La comunidad petrolera: <https://www.lacomunidadpetrolera.com/2008/11/sistema-petrolero.html>

Da Silva, A. (21 de Junio de 2009). *La comunidad Petrolera*. Obtenido de La comunidad Petrolera: <https://www.lacomunidadpetrolera.com/2009/06/evaluacion-economica.html>

Dalenogare, L., Brittes Benitez, G., Ayala, N., & Frank, A. (19 de Agosto de 2018). *International Journal of Production Economics*. doi:10.1016/j.ijpe.2018.08.019

Dutta, S., Lanvin, B., & Wunsch-Vincent, S. (s.f. de s.f. de 2019). *WIPO - World Intellectual Property Organization*. Obtenido de WIPO - World Intellectual Property Organization: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2019.pdf

Edición YPF. (s.f. de s.f. de s.f.). *Edición YPF*. Obtenido de Edición YPF: https://edicion.ypf.com/energiaypf/Metodosdeextraccion/extraccion_convencional.html

Ernst & Young. (s.f. de s.f. de 2017). *Ernst & Young*. Obtenido de Ernst & Young: [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-intelligent-automation-in-o-and-g/\\$FILE/ey-intelligent-automation-in-o-and-g.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-intelligent-automation-in-o-and-g/$FILE/ey-intelligent-automation-in-o-and-g.pdf)

Esper, J. (24 de Noviembre de 1999). *Monografias.com*. Obtenido de Monografias.com: <https://www.monografias.com/trabajos/petroleo2/petroleo2.shtml>

Gilbert, C., Lopez, J., & Mairesse, J. (04 de Junio de 2013). Obtenido de <https://www.tresor.economie.gouv.fr/Ressources/File/388460>



- GlobalData Thematic Research. (11 de Noviembre de 2019). *Offshore Technology*.
Obtenido de Offshore Technology: <https://www.offshore-technology.com/comment/wearable-technology-oil-gas-key-trends/>
- Goleman, D. (s.f. de s.f. de 1998). *Academia*. Obtenido de Academia:
https://www.academia.edu/7092492/Liderazgo_que_obtiene_resultados
- Gómez Jiménez, D., & Sanz Oliva, J. (1 de Enero de 2019). *Revistas ICE - Información Comercial Española*. Obtenido de Revistas ICE - Información Comercial Española:
<http://www.revistasice.org/index.php/BICE/article/view/6790/6728>
- Gómez, J. (13 de Marzo de 2013). *International Business School*. Obtenido de International Business School: <https://www.cerem.es/blog/programas-de-apoyo-a-los-cambios-tecnologicos>
- Gorin, D. (s.f. de s.f. de s.f.). *Tracc*. Obtenido de Tracc:
<https://es.traccsolution.com/resources/convergencia-ti-y-to/>
- Grove, C. (15 de Marzo de 2017). *Indegy*. Obtenido de Indegy:
<https://blog.indegy.com/managing-industrial-cybersecurity-it-ot-convergence>
- Hagelstrom, J. (25 de Febrero de 2018). *Perfil*. Obtenido de Perfil:
<https://www.perfil.com/noticias/sociedad/educacion-cuales-son-las-profesiones-que-mas-se-necesitan-hoy-en-el-pais.phtml>
- Halpern, D., & Valderrama, M. (s.f. de s.f. de 2018). *Indice digital*. Obtenido de Indice digital: <http://indicedigital.cl/downloads/manual.pdf>
- Iglesias, E. P. (2003). *Petróleo y Gas Natural: Industria, Mercados y Precios*. Tres Cantos, Madrid, España: Ediciones Akal, S. A., 2003.
- ILO. (s.f. de s.f. de 2013). *International Labour Organization*. Obtenido de International Labour Organization: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_202326.pdf
- Instituto Argentino del Petróleo y el Gas. (s.f. de s.f. de s.f.). *Shale en Argentina*. Obtenido de Shale en Argentina: <http://www.shaleenargentina.com.ar/hidrocarburos-no-convencionales>
- Instituto nacional de estadística y censos. (s.f. de s.f. de 2018). *Ministerio de Hacienda - Presidencia de la Nación*. Obtenido de https://www.indec.gov.ar/uploads/informesdeprensa/mautic_05_19CF6C49F37A.pdf



- Iprofesional. (26 de Octubre de 2018). *Iprofesional*. Obtenido de Iprofesional:
<https://www.iprofesional.com/negocios/280369-gas-ypf-vaca-muerta-otros-YPF-aumentara-hasta-40-produccion-de-petroleo-y-gas-para-el-2023>
- Jacquement , V. (6 de Septiembre de 2018). Obtenido de <https://blog.se.com/machine-and-process-management/2018/09/06/digital-transformation-and-value-creation-for-oil-and-gas-at-the-it-ot-market-convergence/>
- Justice Trends. (s.f. de s.f. de s.f.). *Justice Trends*. Obtenido de Justice Trends:
<https://justice-trends.press/es/la-convergencia-de-la-tecnologia-de-la-informacion-y-la-tecnologia-operativa-en-los-correccionales-un-motor-para-la-innovacion/>
- Karpf , L., & Ojeda, H. (s.f.). *Cultura Organizacional: De la biblioteca al cuadro de resultados. Conocimiento y Dirección*.
- Kohnke, O. (s.f. de s.f. de 2017). *Researchgate.net*. Switzerland: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-40967-2_3
- Kolb, D., Rubin, I., & McIntyre, J. (1982). *Psicología de las organizaciones - Problemas contemporaneos*. En D. A. Kolb, I. Rubin, & J. McIntyre, *Psicología de las organizaciones - Problemas contemporaneos* (pág. 282). Madrid, España: Prentice/Hall International.
- Kotter, J. (2007). *Al frente del cambio*. Empresa Activa.
- KPMG. (s.f. de Marzo de 2019). *KPMG*. Obtenido de KPMG:
<https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ar/pdf/industria-de-oil-gas-tendencias-para-2019.pdf>
- Krikken, R., Maiwald, E., Amato, J., Barros, A., Bartley, R., Belak, A., . . . Judd, M. (5 de Octubre de 2018). *Gartner*. Obtenido de Gartner:
<https://www.gartner.com/document/3891375?ref=solrAll&refval=229571415&qid=e292ac8fd808f49aa079ef7ad0>
- Lerner, A., & Kisluskis, D. (10 de Abril de 2018). *KPMG*. Obtenido de KPMG:
<https://home.kpmg/ar/es/home/Tendencias/2018/04/el-impacto-del-cambio-tecnologico-en-las-empresas.html>
- Lewin, K. (s.f. de s.f. de 1947). *Massachusetts Institute of Technology*. Obtenido de Massachusetts Institute of Technology:
http://web.mit.edu/curhan/www/docs/Articles/15341_Readings/Organizational_Learning_and_Change/Lewin_Group_Decision_&_Social_Change_Readings_Psych_p197-211.pdf



- López Anadón, E. (01 de Septiembre de 2015). *Instituto Argentino del Petroleo y Gas*. Obtenido de Instituto Argentino del Petroleo y Gas:
<http://www.iapg.org.ar/download/libronoconvencionales2.zip>
- López, A. (s.f. de Diciembre de 2017). *Dirección Nacional de Estrategias de Desarrollo Productivo*. Obtenido de Dirección Nacional de Estrategias de Desarrollo Productivo: <https://biblioteca.produccion.gob.ar/document/download/330>
- Magoon, L., & Beamont, E. (s.f. de s.f. de 2003). *American Association of Petroleum Geologists*. Obtenido de American Association of Petroleum Geologists:
<http://www.searchanddiscovery.com/pdfz/documents/beamont02/images/beamont02.pdf.html>
- Mao, G., Huang, N., Chen, L., & Wang, H. (1 de Septiembre de 2018). *Sciencedirect*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.173>
- Martinez , E. (19 de Mayo de 2015). *Analítica*. Obtenido de Analítica:
<https://www.analitica.com/economia/como-entender-el-negocio-petrolero/>
- Maurizio, R. (s.f. de s.f. de 2016). *Red Eurolatinoamericana de análisis sobre trabajo y sindicalismo*. Obtenido de
<http://www.relats.org/documentos/DISCRIMINACION.EnoR.Maurizio.pdf>
- Miklovic, D. (12 de Febrero de 2019). *Industrial Transformation Blog*. Obtenido de Industrial Transformation Blog: <https://blog.lnsresearch.com/when-to-drive-an-operational-architecture-effort>
- Ministerio de Hacienda. (s.f. de s.f. de s.f.). *Ministerio de Hacienda*. Obtenido de Ministerio de Hacienda: <https://www.argentina.gob.ar/vaca-muerta/historia>
- Mintzberg, H. (1991). *Diseño de Organizaciones Eficientes*. Buenos Aires, Argentina: El Ateneo Argentina.
- Mittal, A., Slaughter , A., & Bansal, V. (s.f. de s.f. de 2017). *Deloitte*. Obtenido de Deloitte: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/co/Documents/energy-resources/gx-online-from-bytes-to-barrels.pdf>
- Molina, M., Benítez, N., & Ernst, C. (s.f. de Junio de 2018). *Organización Internacional del trabajo*. Obtenido de Organización Internacional del trabajo:
https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---ilo-buenos_aires/documents/publication/wcms_635947.pdf



- Nieponice, G., Rivera, R., Tfeli, A., & Drewanz, J. (s.f. de Febrero de 2018). *The Boston Consulting Group*. Obtenido de The Boston Consulting Group: http://image-src.bcg.com/Images/Acelerando-el-Desarrollo-de-Industria-40-en-Argentina_tcm62-184622.pdf
- Núñez, C. (30 de Enero de 2019). *National Geographic*. Obtenido de National Geographic: <https://www.nationalgeographic.com/environment/energy/reference/renewable-energy/>
- Oil & Gas Journal. (1 de Agosto de 2018). *Oil & Gas Journal*. Obtenido de Oil & Gas Journal: <https://www.ogj.com/home/article/17297879/digital-transformation-powering-the-oil-gas-industry>
- Oil and Gas Magazine. (26 de Julio de 2018). *Oil and Gas Magazine*. Obtenido de Oil and Gas Magazine: <https://oilandgasmagazine.com.mx/2018/07/la-tecnologia-es-ya-un-socio-estrategico-para-las-empresas-de-oil-gas/>
- Oil and Gas Middle East. (17 de Octubre de 2017). *Oilandgasmiddleeast*. Obtenido de Oilandgasmiddleeast: <https://www.oilandgasmiddleeast.com/article-17944-digitalisation-a-new-era-for-oil-and-gas>
- OilProduction. (s.f. de s.f. de s.f.). *OilProduction.net*. Obtenido de OilProduction.net: http://oilproduction.net/files/manual_terminacion_de_pozos.pdf
- Population Matters. (s.f. de s.f. de 2019). *Population Matters*. Obtenido de Population Matters: <https://populationmatters.org/the-facts/the-numbers>
- Rabinarayan, M. (14 de Febrero de 2019). *Accenture*. Obtenido de Accenture: <https://www.accenture.com/us-en/blogs/accenture-energy/top-tech-trends-in-oil-and-gas-for-2019>
- Radici, F., & Ortega, P. (26 de Abril de 2018). *Apertura*. Obtenido de Apertura: <https://www.apertura.com/negocios/Que-es-la-Industria-4.0-y-cuanto-falta-para-que-llegue-a-la-Argentina-20180425-0007.html>
- REN21. (s.f. de s.f. de 2019). *REN21. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century*. Obtenido de REN21. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century: https://www.ren21.net/gsr-2019/chapters/chapter_01/chapter_01/
- REN21. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century*. (01 de Junio de 2016). Obtenido de REN21. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century:



http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_KeyFindings_SPANISH.pdf

- Rivero, F. (2 de Febrero de 2019). *Infobae*. Obtenido de Infobae: <https://www.infobae.com/educacion/2019/02/02/educacion-it-cuales-son-las-nuevas-carreras-cursos-y-diplomaturas-en-tecnologia/>
- Rocha, A. (27 de Febrero de 2018). *Multipeers*. Obtenido de Multipeers: <https://multipeers.itpeers.com/es/2018/02/27/convergencia-tecnologica-empresas/>
- Rocha, P. (21 de Octubre de 2014). *CIencia y Biología*. Obtenido de CIencia y Biología: <https://cienciaybiologia.com/rocas-sedimentarias-igneas-metamorficas/>
- Roitter, S. (s.f. de s.f. de 2019). *Centro Interdisciplinario de Estudios de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Obtenido de Centro Interdisciplinario de Estudios de Ciencia, Tecnología e Innovación: http://www.ciecti.org.ar/wp-content/uploads/2019/01/DT15.1_v2.pdf
- Rothschild, M. (16 de Mayo de 2018). Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/mind-gap-roadmap-itot-alignment-michael-rothschild/>
- Ruiz Caro, A. (01 de Diciembre de 2003). *Cepal*. Obtenido de Cepal: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6432/S0311850_es.pdf?sequence=1
- Run Run Energético. (06 de Agosto de 2018). *Run Run Energético*. Obtenido de Run Run Energético: <https://www.runrunenergetico.com/las-10-claves-de-la-reestructuracion-del-upstream-de-ypf/>
- Russell, S., & Norvig, P. (2003). *INTELIGENCIA ARTIFICIAL - UN ENFOQUE MODERNO*. Madrid (España): Pearson - Prentice Hall. Obtenido de <https://luismejias21.files.wordpress.com/2017/09/inteligencia-artificial-un-enfoque-moderno-stuart-j-russell.pdf>
- Sanjeev, M., & Maguire, J. (27 de Agosto de 2019). *Gartner*. Obtenido de Gartner: <https://www.gartner.com/document/3956689?ref=solrResearch&refval=-1&qid=>
- Santamarta, S., Singh, R., & Forbes, P. (10 de Agosto de 2017). *Boston Consulting Group*. Obtenido de Boston Consulting Group: <https://www.bcg.com/publications/2017/gas-technology-digital-transform-upstream-oil-ecosystem.aspx>



- Santos, J., & Popkin, J. (9 de Agosto de 2012). *Gartner*. Obtenido de Gartner:
<https://www.gartner.com/document/1456116?ref=solrAll&refval=229406874&qid=cf3b52bfb28bcd9e859784d53f8>
- Sapp, C. (7 de Marzo de 2019). *Gartner*. Obtenido de Garner:
<https://www.gartner.com/document/3903769?ref=solrAll&refval=230764544&qid=a0cdec19acda0c6f5905ea590>
- Schueler, T. (17 de Abril de 2019). *Avanade Insights*. Obtenido de Avanade Insights:
<https://www.avanade.com/en/blogs/avanade-insights/innovation/boost-safety-in-oil-and-gas>
- Schwab, K. (s.f. de s.f. de 2018). *World Economic Forum*. Obtenido de World Economic Forum:
<http://www3.weforum.org/docs/GCR2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2018.pdf>
- Selvage, M. (18 de Abril de 2018). *Gartner*. Obtenido de Gartner:
<https://www.gartner.com/document/2713918?ref=solrAll&refval=221677231&qid=e8e235d99bd8c35c58ec6a9d>
- Simancas, L. (22 de Julio de 2019). *WORLD ENERGY TRADE*. Obtenido de WORLD ENERGY TRADE: <https://www.worldenergytrade.com/index.php/m-articulos-tecnicos/187-news-articulos-tecnicos-energias-alternativas/3841-industria-4-0-la-necesidad-de-gestionar-la-transicion-para-afrontar-el-impacto-de-las-nuevas-tecnologias>
- Smart Utilities. (19 de Marzo de 2019). *Smart Utilities*. Obtenido de Smart Utilities:
<https://smartutilities.net.in/2019/03/19/convergence-points/>
- Snitkin, S. (5 de Septiembre de 2018). *Nozomi Networks*. Obtenido de Nozomi Networks:
<https://www.nozominetworks.com/blog/overcoming-it-ot-cybersecurity-convergence-roadblocks/>
- Stinco, L., Schiuma, M., Cabanillas, L. M., Casalis, D., Rosbaco, J., Crotti, M., . . . Zapata, E. (13 de Abril de 2003). *Instituto Argentino del Petroleo y del Gas*. Obtenido de Instituto Argentino del Petroleo y del Gas:
<http://www.iapg.org.ar/download/EPp.pdf>
- Stuart Fraser, M., Anastaselos, T., & Ravikumar, G. (s.f. de s.f. de 2018). *Infosys*. Obtenido de Infosys: <https://www.infosys.com/engineering-services/white-papers/Documents/disruption-oil-gas-upstream.pdf>



The Geography of Transport Systems. (s.f. de s.f. de 2019). *The Geography of Transport Systems - The spatial organization of transportation and mobility*. Obtenido de The Geography of Transport Systems - The spatial organization of transportation and mobility: https://transportgeography.org/?page_id=5944

Tierra y Tecnología. (11 de Febrero de 2013). *Tierra y Tecnología*. Obtenido de Tierra y Tecnología: <https://www.icog.es/TyT/index.php/2013/02/hidrocarburos-no-convencionales-i/>

U.S. Energy Information Administration. (20 de Octubre de 2017). Obtenido de U.S. Energy Information Administration: <https://www.eia.gov/beta/international/analysis.php?iso=SAU>

U.S. Energy Information Administration. (11 de Diciembre de 2018). *U.S. Energy Information Administration*. Obtenido de U.S. Energy Information Administration: <https://www.eia.gov/energyexplained/geothermal/>

U.S. Energy Information Administration. (9 de Abril de 2019). Obtenido de U.S. Energy Information Administration: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=38992>

U.S. Energy Information Administration. (11 de 29 de 2019). *U.S. Energy Information Administration*. Obtenido de U.S. Energy Information Administration: <https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=p&s=mcrfpus2&f=a>

United Nations Department of Public Information. (17 de Junio de 2019). *United Nations Department of Public Information*. Obtenido de United Nations Department of Public Information: https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_PressRelease_ES.pdf

Venables, M. (26 de Febrero de 2019). Obtenido de <https://www.forbes.com/sites/markvenables/2019/02/26/how-to-get-information-technology-and-operational-technology-staff-to-work-in-harmony/#65941060cc32>

World Trade Energy. (02 de Agosto de 2019). *World Trade Energy*. Obtenido de World Trade Energy: <https://www.worldenergytrade.com/index.php/m-news-oil-gas/84-news-oil-gas-i-d-i/3988-diamond-offshore-lanza-una-solucion-de-monitoreo-y-analisis-de-datos>

YPF. (s.f. de s.f. de 2014). *YPF*. Obtenido de YPF: <https://www.ypf.com/desafiovacamuerta/Paginas/index.html>

YPF. (s.f.). *Manual de Producción - Tomos 1,2 y 3*. Buenos Aires: Corporativo.



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Estudios de Posgrado



Zuckermann, L. (03 de Febrero de 2016). *Excelsior*. Obtenido de Excelsior:
<https://www.excelsior.com.mx/opinion/leo-zuckermann/2016/02/03/1072755>



Anexo I – Estilos de Liderazgos de Goleman

En su documento “*Liderazgo que logra resultados*” (1998) indica seis estilos de liderazgos. De los seis, el estilo coaching tiene poco sentido cuando los empleados, por algún motivo, se resisten a aprender o a cambiar sus modos y fracasa si el líder carece de la capacidad para ayudar al empleado. Muchos managers no están familiarizados con este estilo o simplemente son ineptos en eso, especialmente en lo que respecta a brindar un feedback de desempeño que resulte motivante. Algunas compañías se han dado cuenta del impacto positivo del estilo y están tratando de transformarlo en una competencia central.

A continuación, se describen los seis estilos:

El estilo coercitivo es el menos efectivo en muchas situaciones debido a los efectos que tiene en el clima de una organización. Las decisiones extremas del líder matan nuevas ideas, la gente no se siente respetada y el sentido de responsabilidad se ve relegado por quedar incapaces de actuar bajo su propia iniciativa. También tiene un efecto dañino en el sistema de recompensas ya que muchos de los trabajadores de alto rendimiento están motivados por algo más que el dinero, buscando la satisfacción del trabajo bien hecho. Puede ser utilizado únicamente con extrema cautela en las pocas situaciones en las que es absolutamente imperativo, como una reestructuración total o cuando exista la amenaza de un *take over* hostil (Goleman, 1998).

El estilo autoritario es visionario, motiva a la gente haciéndole comprender cómo su trabajo se ajusta a una visión más amplia dentro de la organización. La gente que trabaja para esa clase de líder entiende que lo que hace importa y por qué. Se maximiza el compromiso con los logros y la estrategia de la compañía. Al encuadrar las tareas individuales en una visión global, el líder autoritario define estándares que giran en torno a la visión. Cuando proporciona *feedback* sobre el desempeño el único criterio es si ese desempeño impulsa la visión estratégica. Da a la gente la libertad para innovar, experimentar y asumir riesgos calculados. El enfoque falla cuando el manager al tratar de ser autoritario se torna arrogante, y esto socava el espíritu igualitario de un equipo de trabajo efectivo (Goleman, 1998).



El estilo afiliativo gira en torno a la gente haciendo prevalecer los valores de los individuos y sus emociones más que las tareas y los objetivos. Procura mantener a los empleados contentos y crear armonía entre ellos y se basa en la construcción de fuertes lazos emocionales y luego aprovecha los beneficios de ese enfoque. Tiene un remarcable efecto positivo en la comunicación e incentiva la flexibilidad, generando lazos de confianza uno con el otro fomentando la innovación constante y la toma de riesgo. Se trabaja con libertad según como se piense que es más efectivo. En contraste, su exclusivo enfoque en el elogio puede permitir que una performance siga incorrecta, los empleados pueden percibir que la mediocridad es tolerada generando que los empleados los empleados deben descubrir por sí mismos cómo y qué mejorar. Cuando la gente necesita instrucciones claras para navegar a través de complejos desafíos, el líder afiliativo los deja sin timón (Goleman, 1998).

El Estilo democrático se toma el tiempo de escuchar las ideas de la gente, generando confianza, respeto y compromiso. Cuando deja que los propios trabajadores opinen acerca de las decisiones que afectan sus logros y el modo en que realizan su trabajo, promoviendo la responsabilidad y flexibilidad. Este estilo es ideal cuando un líder está él mismo inseguro acerca de la mejor dirección a seguir y necesita nuevas ideas y la guía de empleados hábiles. Incluso si el líder tiene una fuerte visión, el estilo democrático funciona bien para ideas frescas en pos de ejecutar esa visión. En el polo opuesto, se da situaciones en que se debaten ideas sin llegar a un consenso y el único resultado visible es la programación de más encuentros, la gente termina sintiéndose confundida y sin líder, pudiendo incluso despertar conflictos (Goleman, 1998).

El estilo marcapasos establece estándares de desempeño extremadamente elevados y los ejemplifica él mismo. Estos tipos de liderazgos se tornan obsesivos en hacer las cosas mejor y más rápido, y espera lo mismo de todos a su alrededor. Rápidamente detecta quiénes no rinden lo que deben y demanda más de ellos. El estilo marcapasos destruye el clima ya que muchos empleados se sienten abrumados por las demandas de excelencia del ejecutivo y su moral decae, las directivas para el trabajo pueden estar claras en la mente del líder, pero no las establece con claridad, espera que la gente sepa qué tiene que hacer e incluso piensa si debe decir a alguien que es la persona equivocada para el puesto. El trabajo gira en tratar



de adivinar qué quiere el líder. La flexibilidad y responsabilidad se evaporan; el trabajo se vuelve tan enfocado en las tareas y rutinario que resulta aburrido. En caso de ausencia del líder, la gente se encuentra sin rumbo debido a que están tan acostumbrados a que el "experto" establezca las reglas, por tanto, el compromiso se desvanece bajo este tipo de régimen (Goleman, 1998).

El estilo coaching propone a empleados asignaturas desafiantes, incluso cuando esto signifique que sus tareas no van a completarse con rapidez, afrontando un posible fracaso a corto plazo. Muchos líderes no tienen el tiempo necesario en esta economía de alta presión para el lento y tedioso trabajo de enseñar a la gente y ayudarlos a crecer. Su impacto en el clima y el desempeño son altamente positivos porque se focaliza en primer lugar en el desarrollo personal, no en tareas inmediatamente relacionadas con el trabajo. Requiere diálogo constante, y ese diálogo es una forma de impulsar hacia arriba los vectores del clima. Resulta quizás más efectivo cuando la gente en el extremo receptor está bien dispuesta y cuando los empleados están al tanto de sus debilidades y les gustaría mejorar su performance (Goleman, 1998).



Anexo II – Gobiernos de datos – Tabla de Beneficios

Según Sanjeev y Maguire (2019), al introducir un marco de gobierno de datos, las organizaciones pueden obtener numerosos beneficios al respecto. Requiere una planificación cuidadosa en todo el espectro del linaje de datos y su análisis. Por tal motivo es relevante este tema en la agenda ejecutiva, por el gran volumen que se manejará de cara al corto y mediano plazo.

Operacionalización de los canales de datos, modelos y aprendizaje automático más rápido proporcionando datos confiables y rigidos de múltiples fuentes dispares internas o externas a las organizaciones.	Cumplimentación de la protección de datos y mejora de gobernanza de grandes cantidades de datos para iniciativas de rastreos del linaje desde la fuente de datos hasta su consumo.	Mejora en la administración de procesos de analítica, alineándolos a la gestión del dato. Herramientas y flujos de trabajo integrados aumentan la colaboración y orquestación de actividades entre ingenieros de datos, analistas de datos, científicos de datos, administradores de datos, arquitectos de datos, entre otros.		Medición del valor de ML y su impacto interno. Adopción de metodología de IA que proporcione trazabilidad de los activos de IA y ML desde su inicio, producción, iteración, capacitación, implementación y entrega de KPI's.
Mejoras en los procesos de BI y ML. Mayor confiabilidad, repetitividad de su uso y colaboración (negocios e IT) con automatización, recomendaciones, monitoreo y alertas.	Mejora en la calidad de los datos cumplimiento de los SLA para la entrega de datos (rendimiento) y precisión de estos (calidad de los datos).	Mayor efectividad en esfuerzos de seguridad de los datos.	Reducción de los riesgos operativos, y sus costos asociados, al tener una mejor comprensión de los datos. Casos donde se identifican datos duplicados.	Creación de una plataforma de servicios de datos donde se puedan buscar, seleccionar, proteger y recomendar todos los datos, y se puedan publicar y consumir informes.
Análisis de impacto de los cambios de datos y versionado utilizando el linaje de datos. Mejoras en la seguridad mediante la identificación de anomalías en su uso.	Mitigación de obsolescencia tecnológica migrando a productos modernos en donde se pueda comprender los atributos de los datos, y dependencias.	Disminución de trabajo manual en la preparación de los datos automatizando el desarrollo de los flujos de datos y trabajo. IT construye la infraestructura. Democratización del dato mediante la publicación de activos de datos por dominios.		Aseguramiento de la trazabilidad y auditabilidad de los activos de información, para llevar confianza y la transparencia dentro del negocio.



Anexo III – Entrevistas

A continuación, se desarrolla el Anexo III de Entrevistas el cual contiene un encabezado con información corporativa de cada entrevistado, y posteriormente diez puntos referidos a cubrir las Parte I, II y III según Estructura del TFM en la sección de Introducción. Estos diez puntos fueron transcritos de la opinión de cada una de las personas.

Entrevistado N° 1

Cargo o función:	Chief Technology Officer
Ámbito:	Privado
Formación:	Ingeniero en Electrónica
Antigüedad en la industria del petróleo (años):	4
Escenario energético, tanto global como local, para los próximos cinco años.	
No hay cambios, habrá continuidad. El consumo de hidrocarburos, petróleo y gas tendrá continuidad en los próximos años y no existirá disminución en su consumo. Las energías renovables no van a tener injerencia frente a los hidrocarburos fósiles.	
Convergencia IT/OT como vehículo facilitador para la exploración y explotación.	
Dentro de la naturaleza de la instrumentación y tele supervisión lo que existe es la conectividad, y en gran parte es justamente la unión del mundo OT con el mundo IT. La conectividad hace a la unión de estas dos dimensiones.	
Alineación entre la demanda profesional y el sistema educativo argentino.	
Creo que hay una gran carencia en un área en particular en el dominio de IoT, la comunicación y la ciberseguridad. El objetivo es lograr transmisiones eficientes con protocolos de bajo consumo energético y de gran alcance, aplicaciones ubicadas en sitios remotos y securizadas. La combinación de ese conocimiento es muy escasa, es un área en donde si las universidades no están focalizando deberían hacerlo de inmediato. Es necesario gente que entienda cuales son los potenciales protocolos que hay en el mercado, y cuales encajan en la industria del Oil and Gas.	
Proyección de ciberataques frente a la digitalización.	
Los ciberataques se incrementarán, emergiendo hacia los protocolos y evidenciando debilidades. Hay una serie de implicancias que requieren un cambio de paradigma de la seguridad y su extensión. IT y OT deberán crear una mesa en común porque al riesgo siempre lo corres desde atrás. La agenda digital a cinco años permite poner en la mesa todas las potenciales iniciativas en las que vamos a estar trabajando, IT / OT, procesos, datos (BI, Analytics). También estamos visualizando comportamientos, patrones de información (<i>pattern recognition</i>), para detección de eventos, y se lo está llevando al dominio de OT.	
Compatibilidad y conectividad en el upstream bajo la convergencia IT/OT.	



La priorización pasa por favorecer sistemas con código abierto, sobre plataforma abiertas en sistemas propietarios. En el caso de tener dos fabricantes que ofrecen muy buenas soluciones, pero propietarias, contra otra que ofrece una solución que tiene arquitectura abierta con código abierto, prima esta última. La barrera en este caso es quedarse pegado a la tecnología que no necesariamente es la que se va a terminar imponiéndose, que fue obsoleta o no relevante. No queremos ir *all-in* con una tecnología puntual hasta que no sea el estándar de facto de toda la industria, estamos lejos de que eso pase. Hay mucha conectividad propietaria y niveles de seguridad buenos en cuanto uses toda la suite del mismo fabricante. Lo contraproducente es la poca compatibilidad con otros *vendors*. Lo ideal es poder ir a arquitecturas de *networking* que sean abiertas y obviamente en lo posible sin resignar características de seguridad.

Tendencia del Riesgo de vida o integridad física en trabajos de campo.

Un operador con un lente de realidad aumentada puede enviar información desde una central al campo y hacer técnica del tipo *geofence*, es decir, infórmele al operador que si avanza en el próximo metro ingresa a una zona clasificada y alertar por cierto equipamiento. Se complementa a su vez con el etiquetado de objetos que puede visualizar el operador, y mediante una superposición visual mostrar información que naturalmente no ve por ingresar en una zona clasificada con presencia de hidrocarburo (excepto que haya una reja que no se podría colocar en miles de pozos), o bien el sistema experto dar aviso que esta por avanzar sobre una carga suspendida o un maquina con volante giratorio, y en consecuencia activar una alarma. Todo esto genera condiciones más seguras. El principal problema que tenemos en la Argentina es la conectividad.

Perspectiva tecnológica del Upstream de cara a los próximos cinco años.

Llevado a una sala de control poder disponer de algoritmos que ahora nos permiten detectar casos reales con tres días de anticipación ante un evento. Antes no sabíamos cuando se iba a tapar la placa orificio de un pozo surgente por el efecto de parafinamiento. Entonces teníamos que ir preventivamente, sobre todo en pozos de alta producción, parar el pozo varias veces, destaparlo y constatar el problema. El problema es que de cierta manera se frena la producción, o peor, se para el pozo porque se tapó y ya no sale más hidrocarburo. El mantenimiento predictivo, basado en algoritmo de inteligencia artificial, están mirando ciclos que al ojo humano son difícil de detectar porque son fenómenos de ciclo largo, son variaciones que detectan la tendencia, y el ojo humano no está preparado para ver durante cinco días seguidos incrementales mínimos, el sistema experto si, y va aprendiendo solo.

Geología y Geofísica a partir del escenario digital futuro.

Creo que a medida que conocemos más y tenemos maquinas que podemos hacer mejores inferencias nos deberían ayudar a tomar mejores decisiones, incluida decisiones de estimación de reservas y una serie de cosas (exploración), y después ver como maximizar la producción. Deben saber utilizar las herramientas basadas en predicción. El que no siga esa línea quedará fuera.

Integración y unificación de IT/OT.

El rol de CTO está orientada a la decisión de manejar la tecnología de forma transversal a la compañía. Desde lo estratégico existe la agenda digital con planes para cinco años. Después está la gente. Hay que hacer que los equipos trabajen más integrados. Es un modelo que hay que desarrollarlo de arriba para abajo, las líneas tienen que bajar con un



modelo de organización y estrategia común. Es necesario que las tres dimensiones este alineadas. No hay forma de hacer esto que está definido como objetivo común trabajando separado.

Resistencia al cambio organizacional provocado por la convergencia tecnológica.

La percepción de implementar convergencia IT/OT viene dada en algunos casos por amenaza de pérdida de poder. Una persona se hacía cargo de todo, con el concepto de que nadie toca su espacio. Eso es una creencia limitante porque hay tanto para hacer, que lo que viene de la mano del IoT es una expansión exponencial y no hay forma de manejarlo en un solo lugar. Eso pasa en los dos lados, pérdida de espacio de poder, de influencia, de toma de decisión.

Entrevistado N° 2

Cargo o función:	Gerente de Tecnología de Operaciones Upstream
Ámbito:	Privado
Formación:	Ingeniero Mecánico
Antigüedad en la industria del petróleo (años):	30
Escenario energético, tanto global como local, para los próximos cinco años.	
Los escenarios más pesimistas para el mercado de hidrocarburos fósiles dan un crecimiento sostenido hasta los próximos sostenidos en los próximos 25 años. La sustitución del gas sobre el carbón, y las demandas del crecimiento que tiene el país o el desarrollo de otras industrias hacen que los hidrocarburos sean optimistas. La opción de desarrollo en países de riesgo como puede ser del norte africano o de áreas que están en situación de conflicto o situaciones de inseguridad jurídica, como puede presentar Venezuela sin ponerle valores políticos o morales, compite con otros mercados y en esa situación podemos entrar nosotros con reservas probadas, pero si no tenemos precio será algo más complicado, se vislumbra es una gran incertidumbre sobre la volatilidad de precios, quizás vemos un mercado creciente en la demanda, pero no suficientemente rentable o atractivo.	
Convergencia IT/OT como vehículo facilitador para la exploración y explotación.	
El NOC ya hoy en Argentina y en el mundo nació de la mano de la tecnología, los campos y los pozos salieron digitalizados desde la primera hora. No obstante, en la corta vida del NOC estamos entrando con segundas y terceras tecnologías. Tecnología que hemos implementado la hemos sustituido. Uno de los grandes desafíos que tenemos hoy son la gestión de lo que son las interferencias, o conocido como “frac hit”, en termino de las fracturas. Cuando empezas a hacer mayor densidad de cantidad de pozos y pozos largos y múltiples fractura, lo que puede pasar y pasa, es que la fractura de un pozo afecte a otro productivo. Tenemos que tomar medida proactivas y reactivas tratando de monitorear cerrando preventivamente junto con otros sistemas de detección temprana y actuación. Esto nos llevó a desarrollar tecnología de inteligencia artificial, donde estamos trabajando intensamente junto con nuevas tecnologías de medición OT, que nos permite no solo medir	



sino controlar los pozos. Estos desafíos que vienen para bajar costos están y continuaran apalancados de tecnología.

Alineación entre la demanda profesional y el sistema educativo argentino.

No hay un método tradicional para formarse en tecnología, sino se evalúa mayormente la aptitud hacia la nueva tecnología. La tecnología atraviesa la organización de punta a punta, entonces los skills tecnológicos son aún más importantes en las áreas que lo usan del que lo despliegan. El desarrollo del liderazgo tecnológico, que es algo “cross” a la compañía propone como desarrollar skills y competencias en las personas para que puedan desafiar sus procesos en las tomas de decisiones soportados hoy en datos. Desafiar por completo los procesos. Sin un nuevo estilo de liderazgo, lo que va a quedar es una empresa digitalizada y no una empresa transformada digitalmente. Nos enfrentamos a un cambio de paradigma y entonces nuevas oportunidades. En el petróleo, las grandes empresas de servicio (Baker, Halliburton, schlumberger) están buscando desarrollo en otras industrias. Halliburton claramente con una sucesión muy fuerte de los COE Analytics, llevando ejércitos o grupos de matemáticos que vienen de todas las industrias. Baker con una asociación con C3, proveniente del mundo de la Inteligencia Artificial, con el mercado del marketing y otros. Schulumberger con una asociación fuertísima entre otras con Rockwell, que era un mercado donde no se habían metido. Se está visualizando el salto a algunas industrias ,y esto ya está ocurriendo o por lo menos se están preparando.

Compatibilidad y conectividad en el upstream bajo la convergencia IT/OT.

Algo que hoy es más que una tendencia son las plataformas *open source* y tecnologías agnósticas. Más nos aproximamos a soluciones *Cutting Edge*, más abierto y agnóstico se vuelve. Las plataformas de *Machine Learning*, en muchos casos, de código abierto, y con bases *crowdsourcing* (fruto de entrenamiento de comunidades abiertas). La convergencia IT/OT se acelera a partir del acceso a la nube, en gran medida por el acceso a conectividad. La iluminación inalámbrica, la cual promete acelerarse con despliegue del 5G y constelaciones de satélites low cost provistos de conectividad tipo LoRa (*Long Range*), cuya tendencia no es solo ampliar su cobertura y ancho de banda, sino su precio, al punto de ser gratuita en ciertos sitios. El incremento de las capacidades del hardware, con posibilidades de correr sistemas de código abierto, hacen que las soluciones se extiendan a velocidades geométricas.

Tendencia del Riesgo de vida o integridad física en trabajos de campo.

Todo lo que se pueda hacer remoto y evitar ir al campo será mejor. Sin ir más lejos y para ir a número duros, el año pasado se ha instrumentado algo que se llama sala Doc que permite darles mantenimiento a sistemas, hasta ahora son solo de PLC, pero estamos pensando llevarlo a otros sistemas que están digitalizados lo cual nos permitió reducir en un 70 % las activaciones de las guardias. Cuanto de todo eso hubiera derivado en accidente no lo sé, el solo hecho de sacar a gente de vehículos reduce mucho la exposición, ni hablar de exponer a gente a atmosferas de riesgo o líneas de fuego, lo que fuere.

Perspectiva tecnológica del Upstream de cara a los próximos cinco años.

Hoy la tecnología se usa mayoritariamente para apoyar la digitalización de procesos. La Inteligencia Artificial con sistemas de Machine Learning avanzados, lograron generar sus propios algoritmos, es decir procesos nuevos de una forma diferente a los que el ser humano generó durante milenios. La frontera del conocimiento y los procesos de toma de decisión pueden ser expandidos apalancados de las nuevas tecnologías. En una industria



donde cada vez es más global y competitiva, traccionada por la fuerte necesidad de capital que demanda el desarrollo de los recursos no convencionales, en situación de similitud de recursos en subsuelo, quien gana es aquel que logre más eficiencia y velocidad en la puesta en valor de sus recursos.

Geología y Geofísica a partir del escenario digital futuro.

Actualmente estamos en un piloto de llevar la sísmica a la nube. Contamos con aproximadamente 4.5 PB (petabytes) de data de exploración. De manera tradicional y por las limitaciones hasta ahora existentes, se procesaba con soporte digital, pero estudiando cubo por cubo con herramientas manuales. Personalmente dudo que estas tecnologías nos permitan descubrir áreas de recursos grandes, pero si muchos sitios pequeños que en su conjunto representen gran valor. Todos los roles técnicos deben mantenerse, pero sumar competencias de liderazgo digital.

Integración y unificación de IT/OT.

Definitivamente los silos existen y deberá superarse. El OT maneja protocolos y plataformas IT nativas. El dato no conoce las diferencias entre el backbone y las wans. Los protocolos IoT como ser MQTT multicapa TCP, o tecnologías que convergen video con analítica estructurando datos a partir de imágenes, que luego alimentan múltiples flujos de procesos de gestión rompen las fronteras entre departamentos. Cada área debe gobernar su dominio, lo contrario sería el caos, pero en modelos estructurales colaborativos, con interdependencias que castiguen la formación de silos. En mi visión, esto es inevitable. Se quiera o no va a ocurrir. Lo que creo es que la implementación de tecnología de aprendizaje más flexible y adaptativa soportada de Inteligencia Artificial que ajuste contenidos y profundidad con el perfil de las personas, sus roles en ese momento, y no tanto con las descripciones de puesto. Un especialista en un cierto dominio deberá tener flexibilidad para integrarse a equipos multidisciplinarios.

Resistencia al cambio organizacional provocado por la convergencia tecnológica.

Contamos con fuertes procesos, que resumen la base de las mejores prácticas, las cuales constituyen el dogma que soporta nuestras decisiones. Esto fue evolucionando a partir de la mejora continua, los cambios incrementales. Pero no dejan de ser paradigmas, y en cualquier transformación cultural, especialmente disruptiva como la que propone la transformación digital esto puede ir cambiando. La transformación que estamos viviendo promete ser 10x más rápida y 300x superior en volumen respecto a la revolución industrial. Las fuerzas y necesidades que motorizan el cambio superaran cualquier barrera, por tanto, la decisión se restringe a cuan proactivos o reactivos seamos, capitalizando los beneficios que representa el liderazgo o asumir los costos que implica recuperarse de la obsolescencia.

Entrevistado N° 3

Nombre	Mauro Andreoli
Cargo o función:	Gerente Yacimiento Digital Upstream



Ámbito:	Privado
Formación:	Analista de Sistemas
Antigüedad en la industria del petróleo (años):	12
Escenario energético, tanto global como local, para los próximos cinco años.	
En estos riegos en cuanto a la inversión, la Argentina está en una situación complicada por el contexto del país. En Vaca Muerta hay empresas que se encuentran evaluando la continuidad de las operaciones. La tecnología viene a aportar una fuerte reducción de costos operativos como para que esto siga avanzando y progresando. Esto está orientado al mundo de como la tecnología podemos reducir costos operativos principalmente para que siga siendo rentable el negocio.	
Convergencia IT/OT como vehículo facilitador para la exploración y explotación.	
El NOC es un ámbito propicio para la convergencia entre IT/OT, el uso de la tecnología básicamente, y al haber nacido con tecnología la gente está acostumbrada y dispuesta a usarla, sacando el mayor jugo posible y consumiendo esa información para la toma de decisiones en pos de bajar los costos en el desarrollo del campo. A diferencia con el NOC, el convencional se trabaja de otra manera, más manual. Tenes que hacer una conversión de las personas, formas de trabajo, y procesos. Lleva un poco más de tiempo capturar valor de esa tecnología que disponemos.	
Alineación entre la demanda profesional y el sistema educativo argentino.	
Los planes nos están adecuados. Respecto a industria 4.0, en Argentina hay muy poco, cualquier cosa que este más avanzado ya está afuera, en Europa o EEUU.	
Proyección de ciberataques frente a la digitalización.	
A nivel operativo al estar acostumbrado a usar la tecnología para la toma de decisiones, hace que esto fluya más rápido y empieces a tener otro tipo de riesgo que antes no tenías, como la ciberseguridad. No terminamos de tomar conciencia de los riesgos a lo que estamos expuestos, la realidad que al estar todo el mundo cada vez más conectados, las decisiones que se toman con la información son muchas porque ya no dependes solamente de la persona que va al campo, sino que las decisiones ya se están empezando a tomar centralizadas y a distancia, por lo cual es los riesgos son muy alto. La estrategia es el resguardo, tener arquitecturas fuertes. Esto será exponencial, y si no atacamos de base, dentro de dos o 3 años el riesgo será más alto y costoso.	
Compatibilidad y conectividad en el upstream bajo la convergencia IT/OT.	
La convergencia entre IT/OT en gral. democratizará la industria. Lo que es el mundo IoT, la dificultad por un lado es la diversidad, y por el otro el poco conocimiento que hay de para qué vas a usar el dato. Hay mucho proveedor intentando vender, pero sin ideas claras de uso. Hay una oportunidad grande desde nuestro lado como industria en el aporte de ideas de que se debería usar y ver en conjunto con los distintos proveedores como podemos ir desarrollando las distintas soluciones en conjunto. Ahí te quedas solamente con lo que es IoT la parte del sensor, pero después hay que saber manipular la información que te genera, para que sirve y que tipo de decisiones vas a tomar con esa información. Hay que ser consciente de cómo vas a transformar la información, y que decisiones vas a tomar realmente con toda esa información. Esta muy reciente la conectividad de IoT, nuevos protocolos como MQTT son protocolos que todavía no están afianzados, se van a afianzar,	



pero existe un riesgo de que mute para otro lado como ha pasado con otros tipos de protocolos que quedaron en el camino. Venimos hace años en la industria, y el protocolo que más funcionaba antes del IoT es Modbus, de alguna manera se difundió en todos lados y es compatible con cualquier equipo prácticamente, pero quedo siendo un protocolo obsoleto. Después paso a ser OPC Data Access, el protocolo que de alguna manera empezó a unificar los distintos buses de campo haciendo una especie de *gateway*, y a tener sus distintos modos, el cual es el que más se está difundiendo últimamente en el mercado y está asociado con el IoT , pero el MQTT es el que parece va a terminar gobernando esta última parte. Después si hay una cantidad de sensores y vendors distintos. Todavía no existe la transparencia total de decir yo compro esta marca o este vendor o este tipo de sensor y es totalmente compatible con este otro, hay que comprar de a suites para que esa transparencia realmente ocurra.

Tendencia del Riesgo de vida o integridad física en trabajos de campo.

Estoy totalmente convencido que la integración tecnológica tiende a disminuir los accidentes laborales. Evito que una persona se tenga que subir a un tanque para medir un nivel, y eso es algo muy simple que hace mucho tiempo está que es la telemetría. Esto de tener la información disponible en cualquier lado, en un celular en una sala de control, en una computadora evita que la gente se traslade a los sitios remotos en las condiciones que no siempre son las ideales y se expongan a distintos riesgos, por lo cual si estoy totalmente convencido que la tecnología en ese sentido evita accidentes. Con Videoanalytics podemos identificar si en los puntos ciegos de equipos de Torre hay personas que se están movilizand, por lo tanto, al operador le puede dar una alerta de no realizar movimientos por encontrarse dentro del radio de cercanía. Sensores con GPS pueden determinar ciertos perímetros y avisar sobre el ingreso a una zona de atmosfera explosiva.

Perspectiva tecnológica del Upstream de cara a los próximos cinco años.

En el NOC las personas están impulsando nuevos procesos con el esfuerzo de que se terminen materializando en documentos formales, pero las mismas personas traccionan el uso de la tecnología forzando nuevos procesos nuevas formas de trabajo. Si tenes la información de los pozos en el NOC, lo primero que hace un supervisor de producción es arribar al puesto conectarse mediante su computadora y ver su diagnóstico de sus pozos y de ahí tomar decisiones para saber cuáles son los que tiene que atacar / ver /arreglar para solucionar problemas, inclusive derivar trabajos para que ataquen esos pozos para reducir las pérdidas para optimizar, etc. La tecnología viene a cambiar el enfoque tradicional, informar el estado del campo, los problemas, dejando al supervisor abocado a tomar decisiones sobre cómo actuar y que priorizar. No solamente hay que digitalizar un proceso, sino hay que tender a transformar el uso de la tecnología para la toma de decisiones. Si no existe una adopción, un cambio en los procesos en los próximos dos años, donde debe estar materializado capturado y entregando valor, fracasaremos como compañía.

Geología y Geofísica a partir del escenario digital futuro.

Estamos en el proceso de descubrir y empezar a materializar en situaciones reales. Creo que esto ocurrirá dentro de los próximos cinco años en donde tengas un cambio en el descubrimiento a través a de la tecnología, en optimizaciones, en nuevas formas en lo que hace a reservorios, geofísica / geociencia, que ya viene con tecnología hace muchos años, Ej.: sísmica 3d , pero hoy le falta madurez lo referido a Inteligencia Artificial. El rol del geólogo y geofísico empezará a ser más interprete de esas decisiones que van sacando los



sistemas en base a IA o lo que fuere, y quizás hoy que concebimos al experto (al viejo geólogo) como la personas que no quieres perder, pero tenga que aprender a usar de esos respaldos tecnológicos. Eso requerirá una transformación.

Integración y unificación de IT/OT.

El mundo IT y OT hoy trabajan en forma separada. Si yo tengo información que va desde el pozo hasta que se transforma en información procesada para la toma de decisiones, ahí tenes muchas cosas en el medio que tiene que ver con el sensor. El controlador en campo, las comunicaciones, el adquisidor de datos que toma ese dato crudo que lo termina transformando en parte en información para una parte de la toma de decisiones, almacenamiento que es procesado por un algoritmo y que debe estar ciberseguro. En el medio de todo hay múltiples sectores que interactúan y da la impresión de que estamos preocupados en mi caja mi sector y no en el proceso completo que tiene que ver el ingeniero de producción.

Resistencia al cambio organizacional provocado por la convergencia tecnológica.

Para realmente generar una convergencia IT/OT hay que dejar el ego de lado, no pensar en que puedo ser más importante (en personas, sectores o competencias a cargo) y analizar los temas desde el punto de vista del proceso y no desde las competencias o que sectores tienen que quedarse con qué. A nivel compañía está el cambio hacia eso con programas de liderazgo que es cambiar un poco nuestro *mindset*. Ser lo suficientemente humildes y tener apertura sin los miedos de decir no esto es mío y es mi quinta. Eso es la primera barrera y la más complicada de todas para que realmente haya una convergencia entre IT/OT. La otra barrera es la del conocimiento, que tiene que cada tecnología tiene su complejidad, tener visión unificada y que el mundo IT no vea bits solamente y direcciones IP o software en una computadora, y el mundo OT no se simplifique en gotas de petróleo. Hace falta conocimiento y empatía entre ambos sectores para que esto funcione.

Entrevistado N° 4

Cargo o función:	Chief Information Officer
Ámbito:	Privado
Formación:	Licenciado en Informática
Antigüedad en la industria del petróleo (años):	2
Escenario energético, tanto global como local, para los próximos cinco años.	
Va a cambiar hacia lo que se llama digital <i>wrapper</i> o envoltorio digital. Habrá mucha digitalización, mucha tecnificación, todos los conceptos de IoT van a explotar. Mucho de los elementos de la transformación digital se aplicarán a la industria, todo lo que es telemetría, monitoreo, el control o gestión remota de los activos va a ser cada vez más fuerte. Pero vamos a seguir extrayendo petróleo y convirtiéndolo en combustible.	
Convergencia IT/OT como vehículo facilitador para la exploración y explotación.	
La convergencia IT/OT es algo que se viene dando de a poco y cada vez más fuerte. Es indiferente del tipo de pozo, aplica para convencional y no convencional, y otras industrias. Hoy el mundo aislado de OT cada vez se acerca más a las mismas redes, los	



mismos equipamientos, las mismas aplicaciones que tiene el mundo de IT. Cuando empiezan acercarse uno con el otro, emerge el problema de seguridad, problemas de integración de herramientas, de conectividad. Empezas a tener los mismos problemas y ya casi que no hay una diferencia entre IT y OT.

Alineación entre la demanda profesional y el sistema educativo argentino.

Creo que los perfiles que se vienen tienen mucho de Analytics, la programación y sus ramas crecerá muchísimo, ya que se necesitará cada vez más gente que programe. Se le está dando un foco a la codificación, y hay iniciativas en ese sentido, no sé si tanto las entidades Públicas, pero si hay mucho en el ámbito privado, tal como Digital House, Coursera, EDX. Se da casos de gente que sin haber hecho carreras muy largas pueden hacer tecnicaturas, una persona sale de la secundaria con un cierto grado de conocimiento puede mediante cursos de tres años de programación puede acceder luego de ese lapso a un trabajo técnico calificado donde agregue mucho valor. Quizás lo público debería colaborar más en difundir y generar las bases para que lo privado desarrolle esto, o promover ambientes donde se hagan capacitaciones de temas de digitalización (diseño gráfico, web, analítica, programación). El estado tiene que ayudar a fomentarlo.

Proyección de ciberataques frente a la digitalización.

La ciberseguridad es un tema cada vez más relevante y palpable. En lo que es la convergencia IT / OT, OT es más reticente a temas de aplicación de parches y cuidado en temas de seguridad. Hoy en día está todo conectado, todo contra todo, conectividad e hiper conectividad, lo que va a ser que ante ciberataques haya que tener herramientas más robustas para evitarlos. Creo también que el mundo está bien preparado para evitar ciberataques con el acompañamiento de desarrollos de herramientas, y cada vez hay más que te permiten el desplazamiento lateral, que es básicamente entrar por un lado e irse corriendo. Cada vez más emergen tecnologías que te permiten detectar, que están mirando y cuando ven comportamiento o patrones de salida de información o que el flujo aumente en cantidad de megabytes, te avisa que hay fuga de información. En conclusión, van a crecer los ciberataques en cantidad y más sofisticados, pero también crecerán más herramientas y desarrollos para prevenirlos.

Compatibilidad y conectividad en el upstream bajo la convergencia IT/OT.

Si logramos que los sensores sean hiper económicos, con transmisión y bajo consumo eléctrico, y pilas que puedan durar meses, va a ver una explosión enorme de sensorización porque hay una cantidad de elementos industriales que antes sensorizarlos era carísimos, y por tanto pasan a ser económicos y viables. IoT tiene el sensor y el dispositivo de radio frecuencia, el cual envía la señal, donde emergen protocolos tales como Sigbiu, LoRa, LoRa 1, todo lo que es LP1, *Low Power Range*, de bajo consumo y *Long Range*. Son todos conceptos nuevos los cuales podés transmitir lo que informa el sensor para que alguien lo capte y lo suba. Tema de iluminación va a tener que resolverse a futuro.

Tendencia del Riesgo de vida o integridad física en trabajos de campo.

El riesgo de vida e integridad física se verá disminuido gracias al avance tecnológico. Las tecnologías te ayudan, tal es el caso de la analítica de video que te va a permitir detectar que una persona está subida sin su elemento de seguridad en altura, o ver que no tiene casco, o que ingreso a una zona no permitida y enviará una alerta. Hay muchos elementos tecnológicos que ayudaran a la seguridad. Siempre va a estar la cultura y la educación, la formación y el control, si no se controla si no se educa a la gente y la gente no toma la



cultura de seguridad es difícil cambiar, pero la tecnología va a ayudar mucho a generar ese cambio.

Perspectiva tecnológica del Upstream de cara a los próximos cinco años.

La convergencia IT/OT no está acoplada, se está empezando a dar. El rol de CTO ayuda a unir las partes y sentarse para hablar de los distintos temas a desarrollar. Se está pensando en una Torre de trabajo entre IT y OT para atender todos los temas que se vayan presentando, trabajando de forma conjunta y autónoma.

Geología y Geofísica a partir del escenario digital futuro.

Totalmente. Hoy en día la analítica de video entre otras tecnologías va a ayudar muchísimo en interpretar. Todo este tema de imágenes va a ser leído primero por una analítica de video buscando patrones y luego por una persona. La analítica de video va a empezar detectar cuestiones que el ojo humano no va a poder ver. Yo creo que va a mejorar muchísimo la interpretación geológica, hay otras tecnologías también que van a agregar valor en este sentido, incluso el mismo software de geo navegación. Los geólogos y geofísicos entiendo que son científicos de datos y van a ir cada vez mejorando sus capacidades de análisis científico, no solo por las herramientas graficas que hacen interpretación sino también por la parte de data numérica, en lecturas y como esas cantidades de datos que se lee de sensores después se traduce para la operación. Ya empieza a desplegarse algoritmos de machine learning para decir quiero poder predecir patrones, y lo hace a través de interpretaciones de volúmenes de datos y de buscar estructuras dentro de esos datos haciendo diagnóstico. Los científicos de datos van a ser lo que van a determinar cómo usar mejor esa información.

Integración y unificación de IT/OT.

Son áreas que tienen muchos elementos en común, tienen usuarios, necesidades y tecnología como factor común. Entonces es muy habitual que algo de OT desarrolle una aplicación y que no pase por TI. Uno piensa que, si es una aplicación debería haber sido IT, y en definitiva al final seguramente esa aplicación que desarrollo el área de OT va a necesitar conectarse con otra con lo cual van a necesitar a gente de IT especializada en integración, conocer modelo de datos, integrarlo con el *backend* o *backoffice* de la compañía. Entonces, se necesitan, pero hay un permanente solape, hay una zona gris muy muy amplia entre los dos mundos. Hay muy pocas cosas que son puramente de OT y nada de IT, y otra que están todo muy mezclado. Ahí lo importante es trabajar en conjunto, son mundos distintos y las zonas grises debería trabajarse muy en conjunto para repartir las responsabilidades, resolver consensuadamente. La clave es trabajar en equipo. OT entiende más el negocio, y tienen foco en algo de la operación, el área de IT tiene foco en la información, en proveer, en dar soporte. Si OT e IT trabajan cada más en conjunto, las elecciones hacia una correcta solución será la correcta.

Resistencia al cambio organizacional provocado por la convergencia tecnológica.

Va a ver tensiones, entre IT y OT, hay una zona gris en el medio que delimita las responsabilidades y los roles de cada una. Tensión en cuanto a responsabilidades. Ninguna de las dos podría estar sin la otra. Hay que resolver las rispideces. Hay elementos como el tema *Cloud* que son facilitadores y antes eran inexistentes, alguien de OT contrata un servicio cloud con una suscripción como SaaS. Se puede descontrolar si uno no regula ciertas cosas. De pronto IT estaba haciendo un proceso muy robusto de selección de herramienta RPA y el área de OT había contratado un RPA como servicio. OT



fundamentándose en que así es más rápido y ágil, pero hacerlo en conjunto (IT/OT) es más barato porque elegimos la herramienta, la compramos más económicamente. IT intenta ser más metodológico, mira la arquitectura a largo plazo, como está construido, que tan compatible es con el resto de los elementos de la compañía, se apoya en ciberseguridad para chequear si tiene todos los conceptos de seguridad incorporado.

Entrevistado N° 5

Cargo o función:	Gerente Sistemas Upstream
Ámbito:	Privado
Formación:	Ingeniero en Computación
Antigüedad en la industria del petróleo (años):	26
Escenario energético, tanto global como local, para los próximos cinco años.	
La amenaza más fuerte que tiene los combustibles fósiles son los hábitos de consumo y es la gente la que va a dejar de consumirlos antes que se acaben. Las industrias van a seguir consumiendo combustibles fósiles por los próximos 50 años. Va a existir una dependencia a su vez de cuanto se investigue acerca del calentamiento global, las empresas petroleras están entiendo que tienen que ser empresas de energía, no necesariamente de petróleo y gas, y si se irán transformando paulatinamente.	
Convergencia IT/OT como vehículo facilitador para la exploración y explotación.	
La transformación digital esta motorizada por la hiper conectividad, es inevitable la integración entre IT y OT. Este escenario plantea tener dispositivos conectados enviando gran cantidad de información, requiriendo procesarla de forma integral o integrada comenzando a barrer con las fronteras de cada uno de los dominios. No se puede capturar 1 millón de datos y no poder procesarla para la toma de decisiones, entonces es necesario software y hardware que lo haga, y es allí donde la frontera de IT y OT se barre por completo, esta visión es desde la perspectiva teórica. Desde lo pragmático, hay una serie de realidades culturales operativas que todavía deben madurar. La integración está avanzando, pero hay que resolver problemas culturales. La cultura de IT apunta a la agilidad, velocidad, al manejo de los datos, al <i>fail-fast</i> (prueba y error). Si esto mismo se aplica en la cultura de OT, puede ocurrir eventos de riesgo de vida. Equivocarse en el campo de la OT puede implicar que muera gente (no necesariamente), una mala lógica en un controlador de una planta de gas probablemente ocurra eventos de riesgo de vida o pérdidas económicas importantes. Arrancar un pozo sin los debidos controles, de forma remota, implica saber si hay personas en las cercanías, con lo cual requiere otro análisis otra complejidad.	
Alineación entre la demanda profesional y el sistema educativo argentino.	
El sistema educativo tiene que ser diseñado para atender una necesidad que quizás hoy no existe. El sistema educativo se diseña para que una persona que entra hoy salga dentro de 10 años, y hoy al ritmo que vamos es muy difícil saber que va a existir o que puestos serán los más requeridos. Hoy el puesto más requerido, que son los científicos de datos, hace 10 años nadie se lo imaginaba que tenía que empezar a educar para ser científico de datos. Lo	



que sucede normalmente es que carreras afines se empiezan a especializar o adaptar mientras llega el sistema educativo porque siempre llega tarde. Las carreras genéricas no te forman para las necesidades que tenemos hoy. Las carreras del futuro van a estar orientadas más a los servicios, a los datos, a lo que hay que hacer y no tanto al cómo hay que hacerlo.

Proyección de ciberataques frente a la digitalización.

Los ciberataques aumentarán. Las guerras futuras se están llevando adelante en el plano digital. Hoy bajo la hiper conectividad ya planteada hace muy fácil esto. Estamos en una etapa de transición en términos de robustecimiento de la seguridad, en determinados lugares se da con mayor intensidad y en otros no tanto. En el caso de IT/OT los ataques más peligrosos son aquellos que te cambian las condiciones de operación sin detección, por ejemplo, colocar una turbina a trabajar al 99% sin que nadie lo perciba ya que este tipo de equipos tiene un rango de utilidad que alarga la vida útil que está entre el 50 y 75%, si la llevo al 95% todo el tiempo, estoy acortando la vida útil sin que ninguna alarma salte y nada se detecte. El ataque se produce hoy, pero el efecto se produce el mes siguiente, lo que se traduce en pérdida de performance, pérdidas económicas, pérdidas de producción, entre otras. Nadie se percató que había un problema, sin embargo, el problema estaba y fue provocado por un ataque externo. El desafío más grande que hay entre IT/OT y ciberseguridad, tiene que ver con como haces para dejar trabajar y al mismo tiempo controlar. Hoy la ciberseguridad no solo controla el perímetro sino también la seguridad interna.

Compatibilidad y conectividad en el upstream bajo la convergencia IT/OT.

Estoy de acuerdo con que se democratizará la industria, pero de acuerdo con que se siga utilizando el determinismo en las redes de control. Si necesito que un dato llegue en 10 ms, no me puedo dar el lujo de que llegue en 11. En la medida que los dispositivos respeten estos determinismos si habrá una democratización. La democratización llega para fabricantes que estén a la altura y cumplan con las condiciones del mercado y las de operación del lugar, sino no podrán competir, y será una cuestión de riesgos y saber manejarlos para quienes adopten estas tecnologías.

Tendencia del Riesgo de vida o integridad física en trabajos de campo.

Creo que la convergencia es una herramienta, si la usamos bien ayudará a disminuir incidentes de este tipo, caso contrario no. Esta el tema cultural, el nivel de tangibilidad de la operación de OT es tal que junta el *software* físicamente con las personas, si una alarma no suena puede provocar riesgo de integridad física o muerte en el peor de los casos, y esto puede ser producto que un *software* no respondió efectivamente producto de un bug. En la medida que culturalmente entendamos que los riesgos son mucho mayores en OT y por tanto contar con la exactitud de saber que si suena una alarma en menos de 10ms me tuvo que alertar en la sala de control. La convergencia implica que OT se tiene que acercar a IT y viceversa, y aclarando un poco este concepto, significa que estamos afectando la operación, traduciéndose en peligros de vida y pérdidas económicas.

Perspectiva tecnológica del Upstream de cara a los próximos cinco años.

Estamos en ese camino de converger tecnológicamente, pero de ninguna manera están integrados IT y OT hoy. El Upstream tiene otro problema cultural como industria, viene de trabajos en silos y se deben romper, esto está sucediendo de forma muy acelerada, el trabajo por flujo integrado es cada vez mayor, sobre todo por los datos. Hay una aceptación



de que ya no pueden trabajar solamente con datos propios, sino que se requiere integración de estos para trabajar. Esto impulsa la colaboración, a tener una cultura de trabajo distinta obligando a hacer de forma integral. Cuando los procesos actuales ya no sirven y hay que repensarlos, emerge la variable de la temporalidad de los datos, o sea, necesito los datos de ahora y no los de hace un mes. Por tanto, la convergencia es inmediata. Un *software* de IT que está tomando decisiones a nivel corporativo, transaccionalmente necesita datos de OT para la toma de decisiones. Si no se produce la convergencia a nivel procesos no se toma la decisión, y es inevitable que eso ocurra. Esto debería ocurrir más rápido de lo que está transcurriendo. Cuando se revisa un proceso, la reingeniería de ese proceso ya se está pensando para que el mismo converja de forma natural en el marco del proceso. La ubicuidad es otro punto que está sucediendo, el hecho de que las decisiones se tomen donde se tengan que tomar. Es por ello existen en Upstream palabras tales como *recorredor* y *supervisores*, porque el personal recorría el campo para luego volver a la oficina para analizar y tomar las decisiones que tenían que tomar. Hoy en día esas decisiones se quieren tomar en el campo, no esperan el *time frame* que teníamos antes, porque se ha acertado mucho, y las decisiones tienen que ser tomadas donde se tienen que tomar, y eso habla de que, si no existiera la convergencia, no solamente del hardware y software de IT y OT como concepto, sino del proceso, la persona no podría tomar la decisión en el lugar donde la tiene que tomar. Físicamente se podría expresar con una Tablet para el control de encendido o seteo o apagado de dispositivos, y eso no solo implica convergencia de IT y OT, sino alguien que a través de un proceso lo habilitó a prender un dispositivo a través de una Tablet.

Geología y Geofísica a partir del escenario digital futuro.

La inteligencia artificial puede aportar mucho en el descubrimiento de zonas potencialmente atractivas en hidrocarburos. El tiempo va a ser que la madurez de IA será cada vez más sofisticada. Hoy día hay mucho se pueden aplicar ciertos conocimientos para detectar más o menos las mismas cosas que lo hace un geólogo o geofísico, entonces la IA de cierta manera podría cubrir esto. Emergerán nuevos puestos tales como técnicos especializados en IA para geología, no serán los mismos perfiles que venimos teniendo tradicionalmente, pero cubrirán estas necesidades.

Integración y unificación de IT/OT.

Tener cuadrillas separadas es una cuestión de egos. Existen dos cuestiones, una cuestión de *expertise*, y la complejidad de la red. A nivel complejidad es necesario gente capacitada y ahí es donde viene la segregación de funciones. Es necesario gente experta para cada una de las etapas, va por el lado de la función que cumplen ya que es por conocimiento y por área de aplicación, no por jerarquía. Metiendo los egos en la ecuación si tiene que ser IT u OT, debe haber una división de responsabilidades, ya que las responsabilidades no se comparten.

Resistencia al cambio organizacional provocado por la convergencia tecnológica.

El cambio cultural es la principal barrera. Las más importante es que no hay una única verdad de cómo debería ser esto, es una cuestión de opiniones y de modelos. Entonces, para algunos el modelo es una cosa y para otros otra cosa. No hay un modelo perfecto ya que si existiera no habría divergencia. Las posiciones o las resistencias pasan por establecer lo que para uno es lo mejor, y como estamos atravesando una etapa de transición cada uno intenta imponer su modelo. La otra barrera que es muy importante y se ve en el



modelo de Jhon Kotter para gestión del cambio. Establecer el sentido de urgencia como primer punto para llevar adelante ese cambio, luego establecer una coalición para lograr acuerdos. Si en esa coalición hay segundas intenciones, o si cada uno tiene su propia agenda los acuerdos no se logran y creo que esa es la amenaza más importante que puede conspirar contra la convergencia, son las agendas ocultas de cada uno de los miembros de esa coalición.

Entrevistado N° 6

Cargo o función:	Jefe Relación con el Negocio Upstream
Ámbito:	Privado
Formación:	Licenciado en Ciencias de la Computación
Antigüedad en la industria del petróleo (años):	32
Escenario energético, tanto global como local, para los próximos cinco años.	
Cuando entré a la industria una de las primeras cosas que pregunté fue ¿para cuanto más habrá petróleo en el país? Y me dijeron 7 años, estamos hablando hace 32 años atrás. Las ultimas veces que pregunté me siguieron diciendo lo mismo. La diferencia entre antes y ahora, es que ahora se habla mucho mas de otros tipos de energías que antes se hablaban, pero eran más una ilusión. Hoy hay cosas concretas, tales como autos eléctricos, por ejemplo. Sin embargo, creo que por un buen tiempo la matriz energética no va a variar demasiado. La industria tiene una visión más larga placista todavía con respecto a los hidrocarburos fósiles.	
Convergencia IT/OT como vehículo facilitador para la exploración y explotación.	
Hay mucha oportunidad. Mas información para la toma de decisiones. Históricamente había dos mundos bastantes separados, el que estaba en el campo y tenía acceso a los datos de campo, y el de oficina. Creo que la convergencia lo que hace es que los tomadores tengan otro tipo de información para la toma de decisión. Generalmente las decisiones que se toman no venían en tiempo real o ese tipo de cosas, y ahora si está disponible. Eso se traduce en mejoras en los procesos, o sea tomar decisiones más ágiles para optimizar el proceso, y a largo plazo tener mejores oportunidades de desarrollo de campo o incluso bajar la tasa de riesgo en exploración.	
Alineación entre la demanda profesional y el sistema educativo argentino.	
No sé si habrá profesiones nuevas, quizás si especialidades nuevas. Puede darse el caso de alguna especialidad que salga como combinación de otras. Hoy el ejemplo más claro es el de los científicos de datos, gente que viene del mundo del análisis de datos, que hay bastantes, y analizan datos sin saber de qué se trata, pudiendo sacar conclusiones que no se adecuen tanto a la realidad, Por otro lado hay ingenieros de petróleo hablando en términos amplios, estos pueden ser de producción de reservorio de perforación o la parte de ingeniería del negocio, que se involucran con los datos y jugando obtienen algún	



resultado proveniente del conocimiento del negocio y algo del manejo de la información. Volviendo a lo anterior, hoy el rol que ya se ve y no es una profesión, es el caso de los científicos de datos. Alguien que pueda sacar jugo a grandes volúmenes de información disponible, que antes no había. Es por eso por lo que el científico de datos es un rol nuevo, pero no desde el punto de vista teórico sino desde lo práctico. Los que aporten más valor será alguien que sepan de ambas cosas, negocio e información.

Proyección de ciberataques frente a la digitalización.

Estoy de acuerdo con que se incrementarán los ciberataques. Acción y reacción, habrá ataques más complejos del cual defenderse. IT y OT deberán implementar tecnologías que vayan barriendo riesgos, entre *firewalls* y ese tipo de cosas, cada vez más elaborados y con mayor inteligencia para detectar ataques. Por otro lado, juega la parte cultural, los sistemas son inseguros o vulnerables y hay que aceptar esta realidad, la gente involucrada debe tener conciencia de que están trabajando con algo que puede ser vulnerable.

Compatibilidad y conectividad en el upstream bajo la convergencia IT/OT.

Va a existir pequeños emprendedores que vayan disponibilizando nuevas tecnologías y que luego serán absorbidos por los grandes jugadores. Puede cambiar quienes sean los grandes jugadores con el correr del tiempo, pero estará atado en función a qué tipo de tecnología vaya teniendo más peso en cada momento, pero creo que siempre vamos a estar hablando de grandes jugadores. No creo que exista una democratización.

Tendencia del Riesgo de vida o integridad física en trabajos de campo.

Creo puede disminuir los accidentes o riesgo en la integridad física, pero principalmente estará sujeto a como se utilice la información, si es con fines preventivos y todo eso aplicado a la seguridad individual también. Si estas mejorando las condiciones de seguridad de una instalación, es seguridad para todos. Hoy estamos hablando de que todos los nuevos pozos tienen que salir con telemedición, lo que se traduce en llevar iluminación al campo, y por tanto aperturar a la implementación tecnológica.

Perspectiva tecnológica del Upstream de cara a los próximos cinco años.

Debe ir evolucionando, los cambios se irán dando con la respectiva madurez esos nuevos aprovechamientos u oportunidades. La estandarización de procesos vendrá luego. Actualmente a nivel procesos no está acoplada la convergencia, a nivel intenciones sí hay una necesidad de tener esa integración estructural, hay mucho esfuerzo volcado al respecto. Hoy se está haciendo más énfasis en tener disponibilidad de la información, el vínculo físico y demás, y está faltando sacar provecho.

Geología y Geofísica a partir del escenario digital futuro.

IA podrá ser útil para el manejo de un escenario de alto volumen de análisis de datos. Dadas nuevas condiciones o de nueva caracterización, las herramientas de IA podrán sacar mayor provecho. No sé si aplica para descubrir de raíz nuevos potenciales hidrocarburíferas. Un geólogo puede descubrir nuevas caracterizaciones de un reservorio o yacimiento, si ya se cuenta con información preexistentes, aplicar ayuda de IA. Los geólogos y geofísicos continuarán, lo harán evolucionando con las herramientas de tecnología para la labor cotidiana. No desaparecerán.

Integración y unificación de IT/OT.

Hoy día se visualiza un solapamiento invisible de ambas tecnologías, trabajando en forma paralela, en departamentos separados, con soluciones duplicadas. La convergencia a mi entender no es cuestión organizativa, sino más bien técnica. Las organizaciones van



cambiando y las cuestiones técnicas van evolucionando. Hoy en día hay una integración de áreas, pero cuanto más hablen estas dos dimensiones mejor será el escenario futuro. Las sinergias se dan por las organizaciones y no por convergencia de tecnologías. Hoy podés tener dos grupos enfocados en temas distintos, pero si los mismos se hablan, la convergencia la vas a tener igual.

Resistencia al cambio organizacional provocado por la convergencia tecnológica.

Cuando se comenzó a aplicar convergencia IT/OT hubo resistencia al cambio basada en dos pilares. Por un lado, la criticidad que tiene una red con respecto a la otra con la impronta de inseguridad ante la quita de control responsabilidades, por otro lado, la afectación de servicio. Este escenario se fue resolviendo de alguna forma con la creación de un grupo con cabeza tecnológica que conoce la criticidad del negocio y en paralelo mira la red de IT. La resistencia al cambio se superó teniendo este grupo especialista.

Entrevistado N° 7

Cargo o función:	Gerente de Aplicaciones BI & Soporte a la decisión
Ámbito:	Privado
Formación:	Ingeniera en Sistemas
Antigüedad en la industria del petróleo (años):	29
Escenario energético, tanto global como local, para los próximos cinco años.	
La explotación continuará a nivel mundial. Todavía no está la industria de energía y todos aquellos que consuman la energía preparada para hacer un vuelco y desaparecer los hidrocarburos fósiles. Si creo que las empresas se tienen que preparar para reconvertirse a empresas de energía. El uso del combustible, como lo conocemos, cambiará. Está cambiando la industria automotriz, y también lo hará el consumo de las personas. Las personas rechazarán de alguna manera el uso de combustibles fósiles por energía limpia. Hay que reconvertirse, encontrar mejores usos y en el caso de nuestro país hay que explotar Vaca Muerta ahora. Las energías renovables irán creciendo, se han reducido los costos considerablemente en los últimos años, las leyes en el caso de Argentina todavía no están del todo preparado, pero en el corto tiempo se dará, será algo natural. De hecho, en los últimos cinco años se cambió la matriz energética con el ingreso de los parques eólicos y de la energía a través del sol. Argentina tiene potencial enorme en ese sentido.	
Convergencia IT/OT como vehículo facilitador para la exploración y explotación.	
La convergencia IT/OT tiene que darse ya que compartimos la base de todos los recursos. El uso de todo este tipo de tecnología en el campo le dará mucho potencial, restaría establecer las prioridades y el costo, ya que el despliegue de cualquiera de estas tecnologías es muy alto en Argentina, probablemente en Estados Unidos lo costos cambien, pero a nivel nacional el efecto comunicación y tecnología y la distribución que tenemos de campos es muy grande. La convergencia IT/OT abaratará costos a la larga, no hay que verlo como un gasto sino más bien como una inversión.	
Alineación entre la demanda profesional y el sistema educativo argentino.	



Los planes educativos actuales no están alineados con el mercado. La cantidad de ingenieros en cualquiera de sus ramas o áreas de programación cada vez son menos. Los aspirantes universitarios prefieren carreras más blandas. El sistema educativo no los motiva, no los incentiva, no los condiciona. La base matemática en la escuela es muy baja y no promueve el estudio de este tipo de carreras que el país necesitará. El ejemplo se puede ver en inmigrantes venezolanos con formación de ingenieros al país ocupando puestos de este tipo, debido al déficit de profesionales argentinos. En el futuro mediano, cinco años, opino que se desarrollarán en un futuro mediano nuevos perfiles de carreras que conozcan mucho de ciencia de datos y capaces de auto desarrollarse. Emergerán todos los que hacen ingeniería de datos o con conocimientos de distintas herramientas de algoritmos para trabajar en el backend. Necesitaremos ingenieros de software muy sofisticados con conocimientos variado en herramientas algorítmicas. A nivel global, la combinación con el OT se centrará en la explotación y captura de grandes volúmenes de datos en tiempo real.

Proyección de ciberataques frente a la digitalización.

Estoy de acuerdo con que se incrementarán los ciberataques. Serán más grandes y sofisticados con el paso del tiempo, más difíciles de prevenir o detener. Es un tema integral, trabajando desde el código seguro, las redes, o a nivel usuarios. Creo que en un futuro se confeccionara un consenso de ciberseguridad de países u organizaciones, los ataques pueden usar una empresa para atacar a otra.

Compatibilidad y conectividad en el upstream bajo la convergencia IT/OT.

Entiendo que sí, se ha abierto bastante la cantidad de jugadores. Antes caía siempre en los mismos. Están teniendo mayor presencia las empresas chinas y a un costo muy bajo comparativamente al resto, y en teoría cumplen con los estándares que pide el mercado. Esto rompe también con el precio de mercado. Hace años atrás, los únicos pozos que podían repagar toda esta tecnología eran principalmente de Arabia Saudita, con producción full. Nosotros lo pensábamos por pozo y los costos jamás nos daban. Hoy creo que la industria fue cediendo, abriéndose a nuevos jugadores que rompieron de alguna manera los precios del mercado. El despliegue de estos dispositivos es mucho más accesible lo que da lugar a la democratización. Habría que evaluar constantemente el mercado buscando cierta compatibilidad. Como empresa es necesario estar preparado para leer o integrar cualquier protocolo. Si el *vendor* tiene algún componente propietario o cerrado evitarlo, si es abierto asegurarme de poder leerlo sea el protocolo que sea.

Tendencia del Riesgo de vida o integridad física en trabajos de campo.

La convergencia tecnológica bien utilizada podrá disminuir este tipo de eventos. Las inspecciones en altura que antes se hacían de forma manual, ahora es factible realizarla a través del uso de un dron. Otro caso, el evitar la subida a los tanques que también es un acto riesgoso. De por sí las personas deben respetar las normas de seguridad, es un tema de cultura, de apremio y de costos. También existe un tema de procesos de trabajo, de que sea simple y responsable, cuando hay accidentes hay responsabilidades penales.

Perspectiva tecnológica del Upstream de cara a los próximos cinco años.

No creo que esté acoplada la convergencia tecnológica actualmente. Le falta madurez y cambio de *mindset*. A veces se pretende adoptar la tecnología de acuerdo con los procesos existentes, y quizás hay que cambiar el proceso en sí junto con la forma de trabajar. Si se quiere continuar de la misma manera, la tecnología lo único que hace es suplir la falla del



proceso, y creo en lugar de eso, hay que repensarlo incluyendo todas las nuevas tecnologías, pero también en todas las posibilidades que tenemos. De alguna forma hay que readaptar las condiciones, replantearse porque se hace lo que se viene haciendo, y si vale la pena continuar haciéndolo, considerando si es lo correcto o no.

Geología y Geofísica a partir del escenario digital futuro.

Desde mi percepción creo que en el futuro mediato la inteligencia artificial podrá ayudar a descubrir zonas potenciales de hidrocarburos. Todo el volumen de datos generado se podrá recorrer y detectar patrones, mediante algoritmos, en comparación a las herramientas actuales. El Geólogo, geofísico, ingeniero de reservorios, ingeniero en petróleo van a tener una competencia técnica de ciencia de datos. Naturalmente desde la universidad todos estos perfiles tienen un estudio fuerte en lo referido a análisis de datos que con el tiempo se irá asentando incrementalmente. Hoy estos profesionales ya están manejando algoritmos en Python. En los más jóvenes ya se visualiza este potencial, el científico de datos puro estará para cosas muy específicas, la ciencia de datos será el día a día de cualquiera de estos perfiles. De acá a cinco años se debería empezar a visualizar resultados más concretos.

Integración y unificación de IT/OT.

Hoy se trabaja en silos entre ambas áreas y hay un trabajo cultural a realizar. Si la organización decidió que exista un área de OT en el negocio, un área de IT y OT que responde a un área de tecnología, hay que trabajar en los procesos, la definición de los perfiles y la cultura de la gente siendo todos parte del mismo equipo. Hay que alinear objetivos, estrategia, procesos, cultura, es la única solución. Siempre igualmente hay una línea divisoria con una responsabilidad clara, pero tienen que trabajar los equipos colaborativamente para solucionar los problemas en campo.

Resistencia al cambio organizacional provocado por la convergencia tecnológica.

Creo que los focos de resistencia son la gestión de cambio de las personas, a nivel de la dificultad del cambio y del ceder terreno, trabajar colaborativamente. Tecnológicamente no debería haber impedimento. Las personas tienden a trabajar en nichos dentro de su línea jerárquica, y no responder a líneas paralelas o funcionales. En empresas americanas esto no es tan complicado, porque privilegian el trabajo en equipo, en comparación con lo latino que se destaca más lo personal que lo grupal.

Entrevistado N° 8

Cargo o función:	Gerente de Operaciones Digitales Upstream
Ámbito:	Privado
Formación:	Ingeniero en Sistemas
Antigüedad en la industria del petróleo (años):	20
Escenario energético, tanto global como local, para los próximos cinco años.	
En Argentina la generación y uso de los combustibles fósiles seguirá activo y en crecimiento. En primer plano, porque la reconversión de la industria hacia otros tipos de	



energías verdes va a llevar un tiempo, la reconversión del parque industrial, el parque automotor. Lo que está emergiendo que son los motores eléctricos considerando que en Argentina una parte muy relevante de la energía eléctrica se genera con turbinas a gas por lo tanto la dependencia de combustibles fósiles se mantiene. En el contexto macro, bajo una situación de falta de dólares de los últimos años, Vaca Muerta va a seguir siendo una política a nivel nacional para el ingreso de inversiones extranjeras. Los combustibles fósiles en Argentina avanzaran hasta que no sean una opción viable económicamente, hasta que eso no suceda, creo que la actividad exploratoria y de desarrollo avanzará. Para que se dé un panorama inviable puede suceder dos cosas, que sea poco competitivo frente las energías renovables, para lo que falta mucho camino por recorrer, o bien que la misma declinación natural de los campos haga que la extracción ya sea inviable versus los precios mercado de los commodities.

Convergencia IT/OT como vehículo facilitador para la exploración y explotación.

La convergencia podrá ser un vehículo facilitador para la exploración y explotación de zonas NOC en Argentina. Casos como Loma Campana, Orejano, Amarga Chica son bloques de Vaca Muerta de mayor madurez tecnológica. Al aplicar la tele supervisión de un pozo estamos hablando de OT, cuando hablamos de un software aplicativo hablamos de IT, ahora cuando hablamos de un entorno colaborativo donde tenemos información en tiempo real corriéndolo bajo un integrador que espeja los datos en un *datalake* para que una analítica soporte un proceso de decisión, ¿de qué estamos hablando? En realidad, no lo sabemos, ¿de qué lado del IT u OT ponemos cada componente? quiere decir que la convergencia está sucediendo. Por otro lado, convertir recursos en reservas implica hacer el desarrollo inicial de un campo, ahí vamos a encontrarnos con la viabilidad o no del desarrollo de ese campo, de la baja del costo de la operación. La geo navegación en tiempo real de los pozos tiene un aporte muy grande en lo que tiene que ver con la incertidumbre y la viabilización del desarrollo del campo en sí. Y esto es lo que te convierte los recursos en reservas.

Alineación entre la demanda profesional y el sistema educativo argentino.

Los planes educativos no están alineados con los mercados futuros. Si en IT o ingenierías relacionadas con de las pocas áreas donde la demanda es mayor a la oferta quiere decir que estamos en un problema en el sistema educativo para generar oferta de profesionales, y que no pasa solo por el nivel universitario, atraviesa el secundario, las tecnicaturas. No pensemos solo en Buenos Aires, si estamos hablando de la industria petrolera, hay que incluir Las Heras, Santa Cruz, Plaza Huincul, Cutralco, Rincón de los Sauces con las comunidades locales para que los chicos a partir del nivel secundario cuando buscan su primera fuente laboral estén preparados para dar respuesta a tal sector. Si estamos proyectando que para el 2022 el 99% de los pozos automatizados, la pregunta es, ¿está listo el ecosistema para dar soporte, mantenimiento, evolución a ese nivel de automatismo? Cada vez más tenemos que repensar el sistema educativo como un todo, donde hasta hoy formábamos técnicos en petróleo para que pueda haber un recorridor que entiendo los niveles de un tanque, dar arranque a una bomba que se había parado como proceso físico, a partir de hoy van a tener que entender cómo interpretar las mediciones de los sensores transmitiendo datos de estos elementos físicos.

Proyección de ciberataques frente a la digitalización.



Habrán más ataques a futuro. Desde IT y OT se deberá trabajar de forma proactiva, si se diseña y despliega tecnología sin incluir a ciberseguridad quedaremos expuestos. Cuando ciberseguridad llegue para instalar un parche ya será tarde. La clave es incluir a ciberseguridad en la definición, en el diseño, en el planteo de la arquitectura de cualquier solución a adoptar.

Compatibilidad y conectividad en el upstream bajo la convergencia IT/OT.

La convergencia debería aumentar la conectividad y compatibilidad. Todo lo que es la industria del IoT permitirá conectar una serie de dispositivos, elementos de medición, etc. Cada vez a menor costo, ¿Cómo vamos a hacer para generar plataformas flexibles, abierta, que permita la implementación de nuevas ideas, aunque sea a nivel de prueba? Es algo que vamos a tener que considerar, el desafío es la ciberseguridad. Hay fabricantes tradicionales, 10, 15 o 20. En China, la cantidad de fabricante, de productos, similares, competitivos, de menor costos que existe, son infinitos, pero por nuestro lado por el momento tomamos ciertos recaudos a adquirir esas alternativas, aunque lo empezaremos a evaluar. Los sensores se empiezan a convertir en commodities, se empiezan a abrir a fabricantes emergentes. A nivel protocolos deberíamos apuntar a soluciones híbridas y multi vendedores. Y esto es la democratización de la tecnología.

Tendencia del Riesgo de vida o integridad física en trabajos de campo.

La convergencia disminuirá accidentes y eventos de riesgos e incidencias ya sean ambientales o de seguridad personal.

Perspectiva tecnológica del Upstream de cara a los próximos cinco años.

Los procesos están siendo modificados por las novedades tecnológicas constantemente. Antes nos manejábamos bajo la premisa de definir un proceso para luego automatizarlos a través de la tecnología, hoy la tecnología emerge y modifica los procesos, se retroalimentan mutuamente. No podemos dejar de pensar en la disponibilidad de tecnología existente que hace a la mejora, por tanto, modifica los procesos tradicionales.

Geología y Geofísica a partir del escenario digital futuro.

La inteligencia artificial ya comenzó a generar nuevas vías de descubrimiento de zonas potencialmente atractivas en hidrocarburos. Los geólogos y geofísicos van a tener que incorporar los skills, las habilidades, pero van a continuar desarrollando su labor porque lo que la inteligencia artificial les va a dar no será un reemplazo sin más bien será un soporte, mayor nivel de efectividad a través de la tecnología. No generará un reemplazo.

Integración y unificación de IT/OT.

Yo creo que los silos hay que mantenerlos y profundizarlos. La persona que sabe de una especialidad a bajo nivel tiene que saber de eso y hay que ayudarlo a mantenerse en ese silo porque lo define y le da identidad, como también, lo forma en su área de conocimiento. Si hay que comunicar, converger no es mezclar, si generar los espacios de colaboración donde cada uno aporte lo suyo para un objetivo en común, que el todo sea más que la suma de las partes. Cada silo se debe mantener, porque entonces se sabrá un poquito de cada cosa y se perderá la identidad de cada especialidad, necesaria para resolver escenarios complejos en cierta disciplina. Sobre lo que es integración de área hay que poner foco y trabajar para hacerlo madurar.

Resistencia al cambio organizacional provocado por la convergencia tecnológica.

Nadie se resiste a algo que te trae un beneficio claro y concreto. Si puede pasar que haya temor por ser reemplazado, o a la novedad, o susto ante la necesidad de aprender cosas



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Estudios de Posgrado



nuevas. Hasta no visualizar esos cambios en mejoras concretas, existirá la resistencia. La gestión del cambio es una disciplina clave para la implantación de cualquier novedad tecnológica o no tecnológica. Entender como ese cambio va a ser leído, interpretado, explotado de la manera más beneficiosa para las partes, y por otro lado acompañar a las personas. La resistencia es una variable de contexto a gestionar.