



**UNIVERSIDAD
DEL PACÍFICO**

**Escuela de
Postgrado**

**ESTRATEGIA DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL PARA LA
INDUSTRIA DE LOS HIDROCARBUROS
Caso: Campo Digital Olympic Perú**

**Trabajo de Investigación presentado para optar al
Grado Académico de Magíster en Administración con Especialización en
Innovación y Gestión de la Ciencia y Tecnología**

Presentado por

Jorge Andres Galloso Terrones

Daniel Alejandro Ramirez Valenzuela

Marco Tulio Rodriguez Rojas

Asesor: Luiggi Dávila Rivera

[0000-0002-5230-5151](tel:0000-0002-5230-5151)

Lima, octubre 2022

REPORTE DE EVALUACIÓN DEL SISTEMA ANTIPLAGIO

A través del presente, LUIGGI DÁVILA RIVERA deja constancia que el trabajo de investigación titulado “ESTRATEGIA DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL PARA LA INDUSTRIA DE LOS HIDROCARBUROS”. presentado por Don Jorge Andrés Galloso Terrones ,Don Daniel Alejandro Ramírez Valenzuela y Don Marco Tulio Rodríguez Rojas para, optar el Grado de Magíster en administración con especialización en innovación y gestión de la ciencia y tecnología fue sometido al análisis del sistema antiplagio Turnitin del programa Blackboard el 29 de abril 2023 dando el siguiente resultado:

Tesis MBA BA 1 Grupo 6 Final 20221031.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE



LUIGGI DÁVILA RIVERA

Firma de asesor

Fecha: 09/04/2023

RESUMEN EJECUTIVO

La energía es una de las necesidades fundamentales para mantener el bienestar de los seres humanos. En la actualidad la energía proviene, en su mayoría, de fuentes fósiles no renovables a partir de la transformación de los hidrocarburos. Sin embargo, la escasez de estos recursos, debido a su carácter no renovable, así como la tendencia mundial a la descarbonización de la industria energética están propiciando cambios en el sector generando el impulso para la adopción de energía más limpia a partir de fuentes renovables.

Adicionalmente, la industria de los hidrocarburos está siendo golpeada por el tsunami de la digitalización que se traduce en lo que conocemos como “Industria 4.0”, lo que trae consigo nuevas tecnologías como: El internet de las cosas (IoT), *Cloud Computing y Analytics*, y *Artificial Intelligent y Machine Learning* las cuales están siendo integradas por las empresas en sus procesos operativos y productivos.

El presente trabajo de investigación tiene como principal objetivo elaborar un Plan Estratégico de Transformación Digital para industria de los hidrocarburos, enfocados en la evaluación y diagnóstico de la empresa OLYMPIC Perú. Se inicia por la evaluación de los procesos de captura de valor de la empresa, identificándose las principales actividades en donde existe una alta probabilidad de agregar valor a través de uso de los datos. Por la particularidad de la industria y de la empresa en estudio, se ha definido que la búsqueda de valor será a través de la eficiencia operativa, para lo cual se ha elaborado un diagnóstico de su infraestructura digital, iniciando con sus procesos de adquisición de datos, luego con las tecnologías de transmisión de datos, las plataformas supervisión, control y análisis (SCADA) disponibles, y a los problemas asociados a los niveles de digitalización, como la falta de integración, las dificultades para el acceso a los datos y por lo tanto al análisis de estos. Se analizaron también los flujos de trabajo de automatización, encontrándose grandes carencias en procesos avanzados de detección de fallas tempranas y predicción del comportamiento de equipos rotantes y equipos de subsuelo usados para la producción de hidrocarburos. Todo este análisis ha sido soportado en una metodología propuesta que se compone por los siguientes pasos: *Assessment* inicial y entendimiento de negocio, definición de la estrategia, diseño de casos de uso, plan de implementación y operativizar las soluciones. Y un proceso transversal de gobierno de datos y de transformación cultural.

Finalmente, se propone una estrategia de digitalización para OLYMPIC enfocada en los procesos de eficiencia operativa en las etapas de desarrollo y producción de hidrocarburos; así como los indicadores clave del negocio (KPI's) de medición de la estrategia, los casos de uso más relevantes, su valoración para su priorización en función del valor agregado y su complejidad de implementación. Se han definido los lineamientos de la estrategia a seguir que aseguren el éxito y la mayor captura de valor.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	III
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE DATA & ANALYTICS	1
1.1 Problemática.....	1
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivos Específicos	2
1.4 Justificación	3
1.4.1 Teórica.....	3
1.4.2 Práctica.....	4
CAPÍTULO II. ANTECEDENTES.....	6
2.1 Internacionales	6
2.2 Nacionales	7
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO.....	10
3.1 Transformación digital en las empresas	10
3.2 Gobierno de datos	12
3.3 Business Analytics.....	15
3.4 Big Data	16
3.5 Modelo analítico	17
3.6 Industria 4.0.....	18

3.7 Internet de las Cosas (IoT)	19
3.8 Inteligencia Artificial	20
3.9 Metodología “Agile”	21
CAPÍTULO IV. SITUACIÓN ACTUAL DE DATA & ANALYTICS	25
4.1 Estrategia de data & analytics actual	25
4.2 Ecosistema de datos	25
4.3 Capital Humano	26
4.4 Activos analíticos	27
4.5 Gobierno y calidad de datos	27
4.6 Conclusiones de la situación actual	27
4.6.1 Conclusiones generales	27
4.6.2 Nivel de madurez de la organización en Data Analytics	28
CAPÍTULO V. PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN	31
5.1 Definición de la estrategia de data & analytics futura	31
5.1.1 Estrategia	31
5.1.2 Indicadores de medición de la estrategia	36
5.2 Definición del ecosistema de datos	37
5.3 Definición del capital humano	39
5.4 Definición del portafolio de activos analíticos	41
5.4.1 Modelo de Machine Learning – Redes Neuronales	41
5.4.2 Data Lake	42
5.4.3 Dashboards Analíticos	43
5.5 Definición del Plan de Gobierno y Calidad de Datos	43
5.6 Presupuesto de la solución	47
5.7 Revisión de la solución	47
5.7.1 Mapa Problema - Solución	47
5.7.2 Nivel de madurez objetivo para la organización en data analytics	48

CAPÍTULO VI. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	50
6.1 Cartera, Definición y Justificación de proyectos clave	50
6.2 Business case de proyectos claves.....	51
6.2.1 Sistema de Compresión de Gas	51
6.2.2 Pozos de Agua con Sistema ESP.....	52
6.2.3 Pozos de Petróleo con Sistema SRP	53
6.2.4 Definición de precedencias.....	54
6.3 Priorización de proyectos claves	55
6.4 Evolución de indicadores de medición de la estrategia	55
6.5 Plan de Inversiones	57
CONCLUSIONES.....	59
RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Dashboards y Reportes implementados por Olympic.....	27
Tabla 2 Tabla 1 KPI's para el negocio de producción de gas y petróleo	33
Tabla 3 Benchmark de implementación de iniciativas de digitalización de campos de Petróleo y gas a Nivel Mundial.....	35
Tabla 4 Evaluación de las capas de infraestructura digital de Olympic	36
Tabla 5 Indicadores de medición de la estrategia	36
Tabla 6 Cronograma de Implementación del gobierno y calidad de datos.....	44
Tabla 7 Presupuesto estimado para Casos de Uso	47
Tabla 8 Cartera de Proyectos Clave.....	50
Tabla 9 Flujo de caja libre y parámetros económicos - Caso de uso: Sistema de Compresión de Gas	52
Tabla 10 Flujo de caja libre y parámetros económicos - Caso de Uso: Pozos de agua con ESP.....	53
Tabla 11 Flujo de caja libre y parámetros económicos - Caso de Uso: Pozos de petróleo con Sistema SRP.....	54
Tabla 12 Resumen de indicadores económicos de casos de uso priorizados	57
Tabla 13 Cronograma de implementación de Casos de Uso	57
Tabla 14 Evaluación económica integrada - Casos de uso priorizados	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Route to market cadena de valor de los hidrocarburos	3
Figura 2 Metodología propuesta de evaluación.....	5
Figura 3 Modelo de Transformación de Operaciones Digitales (DOT) de Deloitte	6
Figura 4 Actual madures digital y mapeo de objetivos a corto plazo para operaciones Upstream.....	7
Figura 5 Plataforma web ABB Ability Energy and Asset Manager (EAM)	8
Figura 6 Las 5 etapas del Modelo de Transformación Digital	11
Figura 7 Modelo de gobierno, calidad y gerenciamiento de Datos	13
Figura 8 Modelo de madures de gobierno del dato propuesto por IBM.....	14
Figura 9 Modelo de Business Analytics (BA) propuesto por Lauren & Thorlund	17
Figura 10 Inteligencia Artificial y sus subáreas - IBM.....	20
Figura 11 Esquema gráfico de interacción y secuencialidad de SCRUM.....	24
Figura 12 Arquitectura de Datos actual de Olympic	25
Figura 13 Organigrama actual de la estructura de Olympic (AS IS).....	26
Figura 14 Resultado del Data Maturity Assessment para Olympic (WWW.data.org)..	29
Figura 15 Escala de nivel de maduración de una organización.....	30
Figura 16 Principales Pilares que soportan la Estrategia de Transformación Digital ...	31
Figura 17 Etapas de la Industria de los Hidrocarburos.....	32
Figura 18 Arquitectura de Datos actual de la compañía.....	37
Figura 19 Arquitectura de Datos Propuesta.....	38
Figura 20 Ecosistema de Datos propuesto por implementar	38
Figura 21 Organigrama propuesto (TO BE).....	40
Figura 22 Estructura del Comité de Aprobación de Proyectos.....	41
Figura 23 Comparativa Data Warehouse versus Data Lake	42
Figura 24 Plan de Implementación de Gobierno de Datos	44
Figura 25 Mapa de propuesta de valor	48
Figura 26 Niveles de madurez en Data y Analytics	49
Figura 27 Matriz de Priorización de Proyectos	55
Figura 28 Evolución de indicadores clave de estrategia a implementar.....	56

INTRODUCCIÓN

La industria de los hidrocarburos ha contribuido al desarrollo de la humanidad por más de un siglo siendo una fuente de energía confiable para la generación de electricidad, así como la materia prima para el desarrollo de las industrias petroquímica, farmacéutica, como combustible para la industria automotriz y en general cualquier industria que use procesos de combustión en sus ciclos productivos, como la industria minera, agroindustria, aeronáutica siderúrgica y cementera. El mundo viene atravesando por una etapa de transición energética, como consecuencia de ello muchos países están cambiando sus políticas energéticas para fomentar la migración del uso de combustibles fósiles a combustibles a partir de fuentes renovables o más limpias como el gas natural, lo cual podría generar una disminución de la demanda y la oferta de combustibles fósiles (petróleo y gas). Sin embargo, debido a la cada vez más creciente demanda de energía y de acuerdo con la *U.S. Energy Information Administration (2022)* en su *International Energy Outlook 2021 (IEO2021)*, estima que al 2050 el petróleo y el gas natural seguirán siendo la principal fuente de energía primaria en el mundo, por lo que su participación pasará del 30% en el 2020 al 28% en el 2050. Mientras que el uso de energías renovables incrementa desde el 15% al 27% en el mismo periodo de análisis, producto de las políticas de descarbonización de los gobiernos y sus principales industrias.

El acceso a la energía confiable siempre ha sido y es sinónimo de desarrollo, y en el Perú esto no es diferente, aun cuando la matriz energética del sector eléctrico tiene un fuerte componente hidroeléctrico (~39 %). La mayoría de la energía que se produce (~56%) aún proviene de los hidrocarburos, de ahí su importancia y la necesidad de diversificar la matriz energética para una producción socialmente responsable y que respete las normas medioambientales.

La industria de los hidrocarburos en el Perú tiene una importante contribución a la economía nacional, con una participación estimada del 5% PBI, ascendiendo a USD 229 mil millones el PBI durante en el 2021 (Ernst and Young PERU, 2021) la participación de los hidrocarburos es de USD 11.5 mil millones. Sin embargo, el Perú es deficitario de hidrocarburos líquidos dado que su demanda actual se estima en los 200 mil barriles de petróleo diarios y su producción es de solo 45 mil barriles al día. Adicionalmente, el Perú al ser un importador neto de petróleo crudo, debe soportar el impacto de las variaciones del precio internacional del crudo, las cuales impactan en los ingresos de las compañías, y en el costo de los combustibles que son trasladadas a los clientes finales de forma inevitable. Como referencia, el precio internacional del crudo tipo Brent ha sufrido un incremento del 45% en los últimos 12 meses. En contraparte, durante el primer año de pandemia (2020), se llegaron a reportar precios futuros negativos debido a la considerable disminución de la demanda de hidrocarburos y al alto costo de almacenamiento.

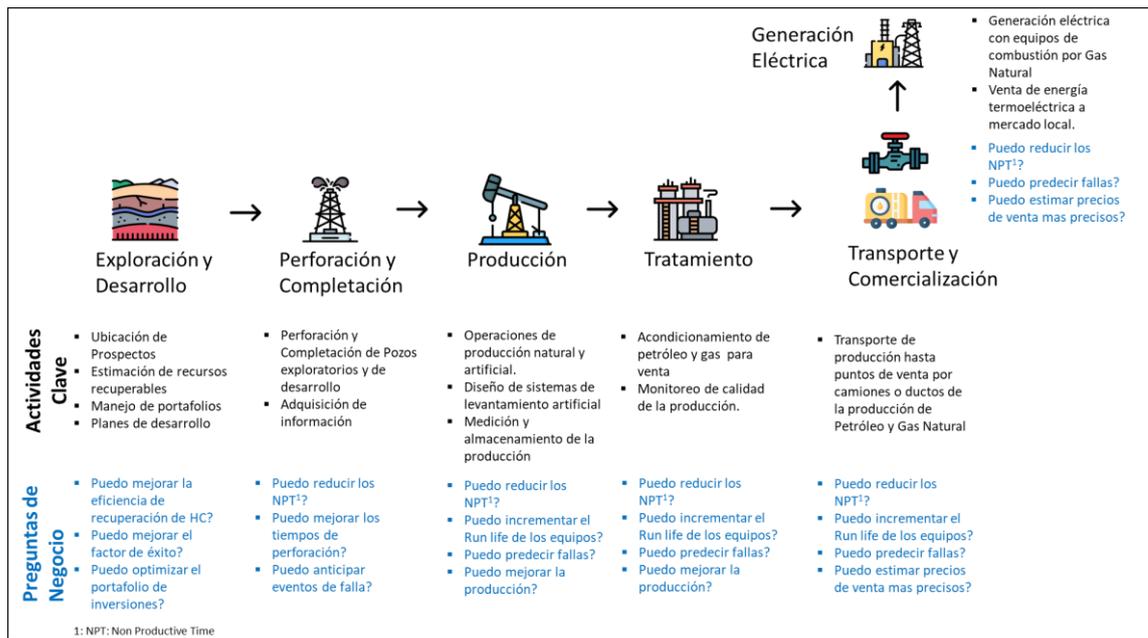
Es debido a este contexto de volatilidad de precios y de transición hacia energías renovables con menores emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), que la industria de los hidrocarburos se encuentra en una continua búsqueda por reinventarse y sumar esfuerzos en áreas de innovación y disrupción, para maximizar la eficiencia operativa, reducir costos de operación, eliminar los accidentes con daño a las personas, al medio ambiente y, en definitiva, llegar a ser una industria cada vez más resiliente.

OLYMPIC Perú INC (OLYMPIC) nace en 1992 con el propósito de contribuir al desarrollo de la región norte del Perú. Esto mediante la búsqueda, desarrollo y producción de hidrocarburos que sirven como fuente energética primaria para diversas empresas. OLYMPIC está integrada verticalmente, contando con procesos de exploración, producción, tratamiento, transporte y comercialización de hidrocarburos, con la explotación de sus más de 200 pozos de petróleo y 15 pozos de gas natural, siendo sus principales clientes el Estado peruano y las industrias pesquera, agrícola y minera.

En línea con esta visión, OLYMPIC adquirió equipos para proveer servicios de mantenimiento y construcción de pozos. Asimismo, se adjudicó un contrato para el suministro de energía termoeléctrica producto de la combustión de gas natural, integrándose así a la cadena de valor de la industria de los hidrocarburos. Actualmente cuenta con una participación de ventas del 10% de petróleo crudo y 43% de gas natural en el noroeste peruano, siendo el principal comercializador de gas natural de dicha zona.

En la Figura 1 se aprecian los diferentes componentes de la cadena de valor de la industria de los hidrocarburos y el *route-to-market* de OLYMPIC, desde sus principales procesos operativos hasta la venta final de los hidrocarburos. Asimismo, se muestra el proceso de transformación del gas natural para producir energía termoeléctrica, identificando las actividades clave y las preguntas de negocio de cada etapa.

Figura 1 Route to market cadena de valor de los hidrocarburos



Fuente: Elaboración propia

Debido a la naturaleza no renovable de los hidrocarburos, estos tienen un ciclo de vida productivo finito, por lo que tienden al agotamiento. Siendo así cada vez más difícil el descubrimiento de nuevos volúmenes, causando su escasez y su inminente reemplazo por otras fuentes de energía. Por lo que es inevitable el paso a fuentes de energía renovable, lo que obliga a la industria a transformarse. Por otro lado, es común que durante las fases del proceso de explotación de hidrocarburos se realicen de manera imprevista importantes inversiones para efectos de reparación y mantenimiento de la infraestructura de producción. Comúnmente estos eventos implican tiempos de parada en el proceso productivo, los cuales generan incumplimientos de compromiso de ventas, cuya consecuencia inmediata es el aplazamiento o disminución de los ingresos de la compañía.

Más aún, las potenciales contingencias en el proceso productivo son monitoreadas desde un enfoque reactivo, centrándose en la reparación de la infraestructura al momento de una incidencia específica (falla). Los mantenimientos de la maquinaria, pozos, ductos y equipos en general son realizados de manera periódica según especificaciones del fabricante (mantenimiento preventivo) o el juicio experto de OLYMPIC. Se deja de lado otros factores situacionales como por ejemplo el comportamiento en tiempo real de la infraestructura bajo escenarios de variabilidad de presión, temperatura o desgaste, los cuales también afectan al funcionamiento del sistema y suelen pasar desapercibidos ante los procesos tradicionales de levantamiento preventivo de incidencias.

En ese sentido, el presente proyecto propone un plan estratégico para OLYMPIC, que tiene por objetivo el aprovechamiento de la data generada por los procesos productivos de gas natural y

petróleo, con el fin de incrementar la eficiencia operativa, reducir los tiempos de parada de los pozos, garantizar la fiabilidad del suministro y mitigar las consecuencias económicas asociadas.

En primera instancia, se determinó la madurez de OLYMPIC en términos de arquitectura de datos, capacidades digitales, procesos analíticos y cultura de transformación digital. Posteriormente, se identificaron los casos de uso relevantes que impactan en los objetivos del proyecto, para luego priorizarlos según las necesidades y principales urgencias del negocio, con la justificación correspondiente del retorno esperado. Finalmente, se dio paso a la elaboración de las propuestas de innovación, definición del *roadmap* analítico del proyecto, plan de transformación de cultura organizacional y puesta en marcha.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE DATA & ANALYTICS

1.1 Problemática

Desde sus inicios, OLYMPIC ha venido desarrollando sus actividades de manera muy tradicional, concentrando sus esfuerzos en mantener el flujo constante de sus operaciones para cumplir con sus clientes. Su enfoque siempre ha sido predominantemente reactivo, sin grandes iniciativas por la creación de eficiencia operativa que permita maximizar el valor de los procesos de extracción y producción de hidrocarburos. Dejándolos, en ocasiones, expuestos a situaciones adversas que generan importantes pérdidas económicas en ambas líneas de negocio.

En la extracción y tratamiento del crudo de petróleo, se estima que un 10% de la producción se pierde producto de fallas no previstas en el sistema y cuya consecuencia es la parada de los pozos productores e inyectores. Esto equivale a una pérdida diaria de casi USD 20 mil. Por otro lado, el sistema de distribución de gas natural, que provee de insumo a los más de 10 clientes de OLYMPIC, tiende a interrumpir el abastecimiento por periodos que representan del 5% a 7% del compromiso de suministro.

En su mayoría, los eventos que afectan estos procesos se dan fortuitamente y sin control previsto por parte de la organización. A pesar del impacto económico, estas contingencias no han sido atendidas debidamente y son consideradas como riesgos asociados al negocio, en vez de oportunidades para generar ventaja competitiva. Por otro lado, la actividad comercial tiende a estar enfocada en el mantenimiento de las buenas relaciones entre las entidades y negociación de las condiciones de servicio, más no en la búsqueda continua de nuevas oportunidades de negocio.

El proceso productivo de los hidrocarburos tiene una serie de actividades que generan ingentes cantidades de datos asociados al comportamiento y la performance de la infraestructura, los cuales vienen siendo almacenados en repositorios internos sin mayor control o supervisión. Más aún, no existe un equipo ni herramientas especializadas que permitan generar información y conocimiento sobre dichos datos. Cada área de negocio gestiona sus propios datos, partiendo de fuentes que no necesariamente están integradas ni administradas por ninguna entidad, llevando en muchos casos a errores continuos y reprocesos, sin mencionar el riesgo inherente a tomar información errada para decisiones relevantes. Asimismo, no existe una cultura basada en el valor de los datos, los procesos informáticos tienden a guardar el mismo tradicionalismo característico de la industria y se centran en mantener la operatividad del negocio tanto más que la potenciación a través de innovaciones.

Dado este contexto, existe una gran oportunidad de generar valor para la organización a través de estrategias de optimización y eficiencia operacional que maximicen el aprovechamiento de los recursos y minimicen inversiones y gastos no planificadas.

1.2 Formulación del problema

Sobre la problemática expuesta, se propone un plan estratégico que busque la generación de conocimiento a partir los datos recolectados a lo largo de años de operación y que permitan un mayor entendimiento del comportamiento de los sistemas de extracción, procesamiento y transporte de hidrocarburos. Con esto se espera ofrecer capacidad predictiva ante las contingencias que aquejan a OLYMPIC y migrar a una metodología planificada de mantenimientos basado en la predicción de escenarios, que a la larga se traducirán en significativos ahorros en costos para la organización.

En una primera etapa de análisis, se identificarán los insumos de datos disponibles a través de la red de sensores actual, así como la data complementaria necesaria para la implementación de casos de uso los que responderán a los KPI's relevantes del negocio en términos de eficiencia operativa. Adicionalmente, se considerarán tecnologías de internet de las cosas (IoT) para aplicaciones de monitoreo de equipos e inteligencia artificial para efectos de detección temprana de anomalías y recomendaciones sobre las tareas de mantenimientos de los equipos rotantes y estáticos (pozos, motores, compresores, generadores, oleoductos y gaseoductos).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Proveer a OLYMPIC de un plan estratégico de transformación digital para desarrollar eficiencia operativa a lo largo del proceso productivo de hidrocarburos, mediante el uso de datos, analítica avanzada y modelos predictivos. Esto con el fin de obtener un nivel de conocimiento que permita un mayor aprovechamiento de los recursos disponibles, inversiones sustentadas, reducción de paradas productivas y, por consecuencia, un incremento de los márgenes operativos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Analizar el estado actual de OLYMPIC en términos de arquitectura y gobierno de datos, plataformas y activos digitales, cultura y proyectos de innovación.
- ✓ Diseñar un plan estratégico de transformación digital para OLYMPIC que contemple el alcance y viabilidad de proyectos de analítica avanzada, nivel de complejidad, requerimientos mínimos (técnicos y económicos), *roadmap* analítico, *business case* y plan de transformación de cultura organizacional.

1.4 Justificación

1.4.1 Teórica

Desde sus inicios, el desarrollo de la industria de hidrocarburos ha estado marcada por la adopción de nuevas tecnologías de vanguardia. En su afán de descubrir y producir hidrocarburos de manera técnica y económicamente eficiente, la industria ha pasado de procesos de recolección manual de datos hasta transmisión en *real time*. La aparición de tecnologías como sensores, dispositivos de medición de alta precisión y aquellas asociadas al tratamiento y transmisión de datos, amplían enormemente el espectro de posibilidades en la captura de valor para cualquier tipo de negocio.

En una industria como la de hidrocarburos, el principal reto es migrar a modelos de toma de decisión basados en datos y analítica, dejando de lado bases de juicio experto y dando pase a la innovación y los cambios culturales que esta conlleva. Algunos de los beneficios de este movimiento:

- ✓ Maximizar la disponibilidad de los equipos mediante el monitoreo continuo de su integridad, salvaguardando la vida de las personas y el medioambiente, reduciendo la necesidad de inversiones de capital.
- ✓ Optimizar la recuperación de los hidrocarburos desde el subsuelo.
- ✓ Optimizar la producción, vía la disponibilidad de datos en tiempo real, logrando la máxima eficiencia de las operaciones y minimizando las pérdidas de producción, tiempos de parada, costos y esfuerzos de recolección de datos.

De acuerdo con el Foro Económico Mundial (2017), la digitalización de la industria del gas y petróleo tiene el potencial para destrabar un valor adicional de hasta USD 1.5 billones en los próximos 10 años. De los cuales USD 945 mil millones son de impacto directo en la industria, entre los cuales resalta el valor de USD 745 mil millones asociados al gerenciamiento del ciclo de vida de los activos (*Digital Asset Life Cycle Management*), principalmente en actividades de automatización, robótica y desarrollo de capacidades de operación remota, donde hay un valor estimado de USD 220 mil millones.

En actividades de analítica avanzada y modelado puede agregar un valor aproximado de USD 425 mil millones, colaborando en la producción de modelos analíticos con la capacidad de analizar grandes y complejos volúmenes de datos con resultados más precisos. Finalmente, las actividades relacionadas a las iniciativas de conectividad de los trabajadores (*Connected Worker*) a través de información en tiempo real mediante *apps* y dispositivos tecnológicos (*wearables*), tienen un valor potencial de USD 100 mil millones.

Todas las iniciativas antes mencionadas tienen la potencialidad de ayudar a la reducción de 370 millones de toneladas de CO₂e de emisiones al medio ambiente. Contribuyendo así a la reducción de la huella de carbono y a la mitigación de los efectos del calentamiento global.

1.4.2 Práctica

La transformación digital está permitiendo a las empresas del sector hidrocarburos a destrabar valor a través de uso de datos usando técnicas de analítica avanzada como *Machine Learning* e *Artificial Intelligence*. Sin embargo, es urgente que se empiecen a cerrar las brechas y pasar de los pilotos, que muestran valor, a soluciones desplegadas a lo largo de las organizaciones que logren capturar valor para el negocio. OLYMPIC no es ajena a esta realidad, sus procesos operativos se han ido transformando impulsados por la inercia de la transformación digital del sector, pero aún sin una estrategia que empiece a mostrar resultados palpables para la organización, tanto en el valor como en el modelo de negocio.

Dentro de los procesos operativos de OLYMPIC aún persisten procesos de recolección de datos manuales en campo, como por ejemplo el proceso de Control de la Producción de Petróleo, donde se recolecta información relevante de los pozos, sus equipos, condiciones operativas y balances de producción. Esta información es clave para el entendimiento del desempeño productivo del campo. Sin embargo, esa data no llega al usuario con la calidad y la frecuencia adecuada ya que no se cuentan con flujos automatizados, por lo que el valor que se extrae de esta data queda encapsulado únicamente para el usuario consultor. Recientemente la empresa viene trabajando en la digitalización de variables claves del sistema de producción, tanto de pozos como de estaciones de recolección de producción.

Respecto al costo operativo en la producción de petróleo, este ascendió a USD 11 millones en el año 2021, donde el costo unitario fue de USD 24 por barril (25% variable y 75% fijo) y siendo uno de los principales componentes el mantenimiento de equipos y pozos. Reducir estos costos en un 10% a través de la detección temprana de fallas mediante la aplicación de modelos de analítica avanzada, puede ayudar a capturar un valor adicional de entre USD 150 mil y USD 250 mil al año. Considerando la volatilidad de los precios del petróleo, esto representa una oportunidad importante para extender el límite económico de la producción de hidrocarburos.

Adicionalmente, hay procesos de comercialización de gas natural que requieren la confirmación de volumen disponible para ser despachado y que implican compromisos de entrega con penalidades para diferentes clientes con condiciones comerciales específicas de venta (precio y volumen en firme). Esta optimización debe tener en cuenta data diaria y la variación de los parámetros productivos de los pozos y de la red de ductos en tiempo real.

1.5 Metodología

Investigaciones acerca de la transformación digital en la industria de los hidrocarburos muestran preocupación por parte de los líderes de negocio en lo referente a la efectividad de las inversiones ejecutadas. Es así como el 90% de las compañías están involucradas en alguna forma de digitalización, solo el 16% están respondiendo a la disrupción digital con una estrategia definida a escala (AWS, 2021) y el 30% de las empresas alcanzaron o excedieron su valor objetivo y resultaron en cambios sostenibles (AWS, 2021). Por el contrario, el 64% de las compañías no están viendo un impulso en sus ingresos producto de las inversiones digitales (AWS, 2021).

La información antes mencionada es el reflejo de que no existe una adecuada metodología para encarar los retos de la transformación digital en la industria. Es así que se propone una metodología detallada en la Figura 2.

Figura 2 Metodología propuesta de evaluación



Fuente: Elaboración propia

1.6 Social

Los retos de la transformación digital vienen siendo discutidos en diferentes ámbitos de la comunidad científica y empresarial. Sin embargo, la mayoría de ellos coinciden en que adicionalmente a los procesos, entendimiento del negocio y a la tecnología como un habilitador de la transformación, hay un componente muy importante para garantizar el éxito: cultura organizacional. No es posible hablar de transformación digital sin antes considerar a las personas como los principales actores de este movimiento. El factor humano es quien finalmente será responsable de adoptar las nuevas metodologías, nutrirse del conocimiento requerido, visionar mayores alcances y extraer el máximo valor de los datos. Esta no es una tarea fácil, ya que es muy común la resistencia al cambio y más aún cuando no hay una concepción clara de los beneficios asociados. Dada la relevancia de este punto es que la propuesta incluye una evaluación y plan de cultura organizacional para la organización.

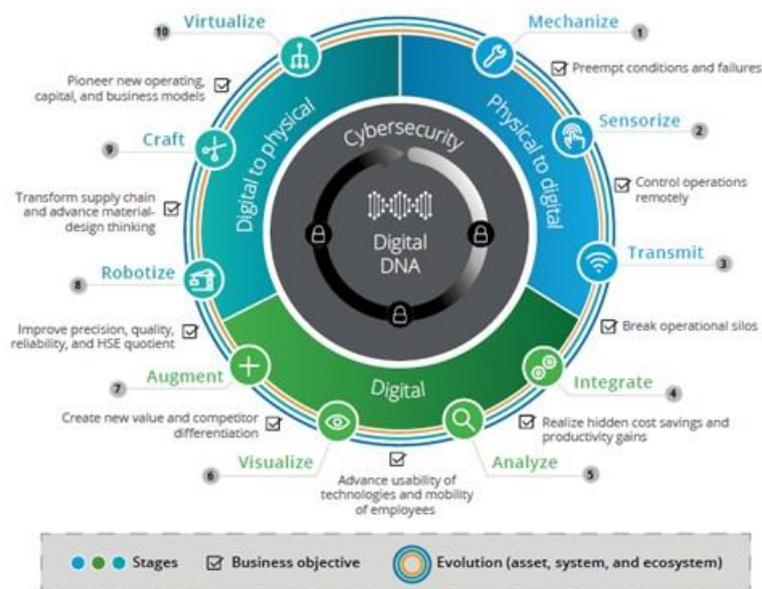
CAPÍTULO II. ANTECEDENTES

2.1 Internacionales

El avance de la tecnología, la masificación de la digitalización y la interconectividad en tiempo real, ofrecen nuevas oportunidades para el sector de hidrocarburos. Según la renombrada empresa de consultoría (Deloitte, 2017), en una investigación respecto al impacto de la transformación digital en los negocios de petróleo y gas, indica que las compañías se pueden beneficiar enormemente a partir de un *roadmap* estratégico que permita evaluar el estado digital de cada operación. Asimismo, menciona la potencialidad de identificar saltos de mejora en cada uno y, más importante aún, plantear objetivos estratégicos a largo plazo para transformar sus principales activos. Los beneficios potenciales de la digitalización para la industria van por un incremento de la productividad, seguridad en la operatividad, ahorro en costos y, en general, un sentido de resiliencia ante la volatilidad de precios a la que la industria de los hidrocarburos está constantemente expuesta.

En vista de los beneficios ofrecidos por las nuevas tecnologías, Deloitte propone un marco de trabajo denominado Transformación de Operaciones Digitales (DOT), como se muestra en la Figura 3. La finalidad es lograr objetivos de negocio a corto plazo, medir el progreso digital de sus iniciativas, modernizar los activos (equipos, plataformas e instalaciones) y marcar una ruta para una transformación total de las operaciones y el modelo de negocio.

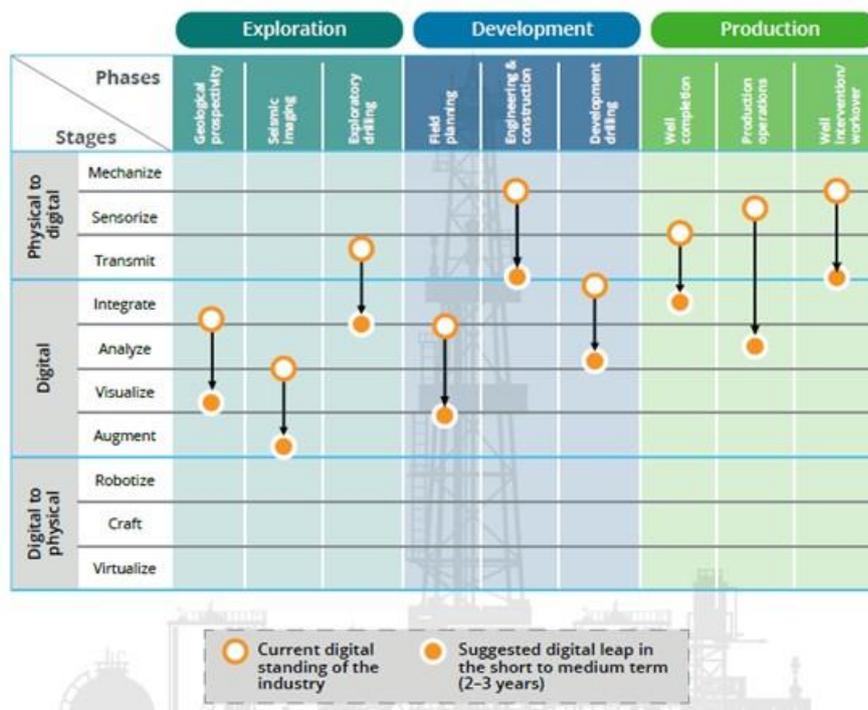
Figura 3 Modelo de Transformación de Operaciones Digitales (DOT) de Deloitte



Fuente: Deloitte análisis (2017).

La aplicación del modelo DOT identifica saltos incrementales para las organizaciones, ofreciendo diversas soluciones en las áreas de exploración, desarrollo y producción (ver Figura 4). Para cada una de estas áreas, el modelo DOT mapea innovaciones en periodos ideales de hasta 3 años, según el estado actual de la industria.

Figura 4 Actual madures digital y mapeo de objetivos a corto plazo para operaciones Upstream



Fuente: Deloitte análisis (2017).

Es innegable que las soluciones digitales en la industria petrolera han logrado reducir significativamente los costos productivos a nivel mundial, los que en el 2016 representaron USD 2.3 billones; y sin duda esta tendencia se mantendrá durante los próximos años. Sin embargo, es importante resaltar que existe un aproximado de USD 3.4 billones en propiedades, plantas y capital productivo, que prácticamente no han sido impactados por la digitalización existente, por lo que aún existe muchísima oportunidad de desarrollo en la industria.

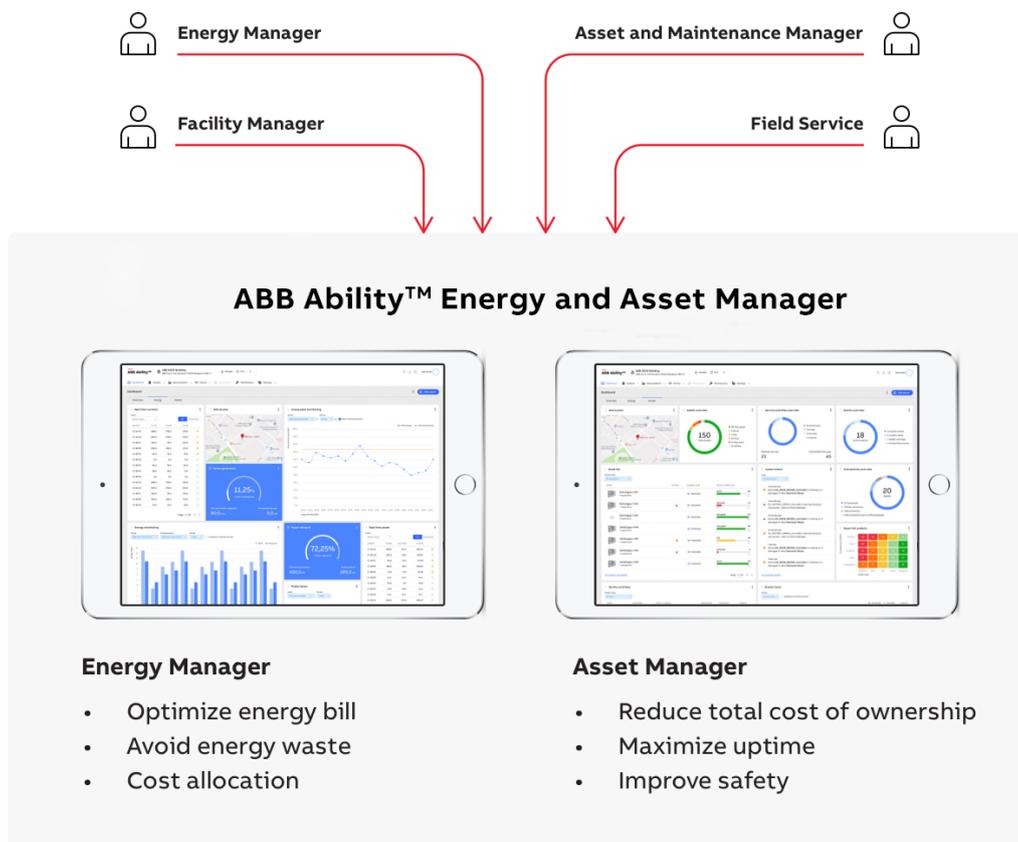
2.2 Nacionales

El Perú no es ajeno a este movimiento de transición hacia lo digital en lo que respecta a la industria energética. Pero, con un evidente retraso respecto a iniciativas internacionales. Según comenta Álvaro Castro, especialista de digitalización industrial de ABB (Rumbo Económico, 2022), en el Perú existe una marcada tendencia a evaluar el éxito de las nuevas iniciativas para luego adoptarlas localmente. A nivel mundial el 85% directivos manifiesta que están adoptando

tecnologías de *IoT*, y 35% ya lo ha implementado. En el Perú la distribución es similar para la adopción, pero mucho menor en el caso de las implementaciones. Por otro lado, según EY (2021), el 55% de empresas peruanas incrementó la inversión en transformación digital en el 2021 respecto al 2020, lo que indica que cada vez más empresas buscan ser parte de la industria 4.0.

Karime Perales, *Segments Sales Manager* de ABB en Perú (Revista Energía y Negocios, 2021), indica que en el 2020 habían más de 25 empresas a nivel nacional comprometidas con realizar esfuerzos para reducir la huella de carbono. Asimismo, ABB pone a disposición una plataforma especializada (ver Figura 5) para tales efectos, denominada *ABB Ability Energy and Asset Manager* (EAM). Su objetivo es monitorear en tiempo real y con base en análisis predictivos, las variaciones de ciertos parámetros de distintas áreas de una planta, reduciendo costos de operación en un 30% por el ahorro de energía y disminuyendo hasta en 50% las emisiones de CO₂. De igual manera, ayuda a optimizar los planes de mantenimiento y detección temprana de fallas potenciales, disminuyendo así los tiempos de inactividad, reducción de costos y riesgos asociados a los trabajadores.

Figura 5 Plataforma web ABB Ability Energy and Asset Manager (EAM)



Fuente: ABB (2022)

Finalmente, Perales manifiesta que México, Brasil y Argentina tienen la mayor cantidad de proyectos de transformación Digital implementados en Latinoamérica. Sin embargo, con la cartera de clientes de ABB a nivel nacional, Perú podría apuntar a estar este top 3 de la región en los próximos 5 años y cerrar esta brecha tecnológica.

OLYMPIC limita el uso de tecnologías de IoT, enfocándose en la recolección y almacenamiento de datos emitidos por los sensores de la red y su explotación en hojas de cálculo para análisis puntuales. No todos los procesos industriales manejan si quiera esta tecnología, como por ejemplo la revisión de líneas de distribución de crudo aún dependen de trabajo de campo con baja periodicidad y altos niveles de inexactitud.

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

En este capítulo se profundiza los conceptos y se enmarca la teoría que sustenta la ideación del plan estratégico de transformación digital para OLYMPIC.

2

3

3.1 Transformación digital en las empresas

Este es un concepto que se puso muy de moda a inicios del año 2020, momento en el cual muchas empresas tuvieron que recurrir forzosamente a la digitalización para tener una oportunidad de subsistir ante una pandemia que llenó de incertidumbre el panorama mundial. Muchos optaron por renovar sus *websites*, otros por implementar *e-commerce*, migrar toda la publicidad a canales digitales y en general “virtualizar” la atención al cliente a través de medios de comunicación innovadores. Las grandes inversiones de los medios tradicionales se cambiaron por una búsqueda constante de eficiencia en gastos, tratando de obtener más por menos. En este punto, todas las empresas hablaban del poder de la transformación digital y cómo esta había ayudado a sostener las operaciones. Sin embargo, pocas realmente entendían el alcance real de dicho concepto y el beneficio a largo plazo para aquellos que optan por transformarse.

Transformación digital no se refiere únicamente a la adquisición de tecnologías y su puesta en marcha. Su conceptualización va mucho más allá, abarcando incluso cambios en el modelo de negocio de la empresa. En ese sentido, la transformación digital constituye un proceso de adaptación y reconversión, que implica profundos cambios culturales dentro de la organización y la adopción de nuevas tecnologías. Esto con el fin de mejorar los estándares de calidad, entrega de un mayor valor al cliente y maximizar el retorno esperado de la compañía (Páez-Gabriunas et al., 2022).

Otro enfoque más técnico pone al dato como uno de los principales activos en un proceso de transformación digital. La revolución tecnológica ha traído grandes mejoras en términos de acceso a la información, velocidad de procesamiento, fuentes de almacenamiento, capacidad predictiva, el *big data*, internet de las cosas, entre otras. Las más grandes compañías, en conjunto con las ingentes cantidades de datos que gestionan, transforman su negocio combinando dichos activos con las nuevas tecnologías disponibles para la creación de productos innovadores. Asimismo, plantean una experiencia de usuario mejorada y eficiencias en los ciclos productivos; convirtiéndose así en una importante fuente de ventaja competitiva (George & Paul, 2020). Por otro lado, ahora el cliente es quien también provee de datos a través de los distintos puntos de contacto digitales, brindando retroalimentación respecto a su comportamiento y preferencias, logrando así sentar las bases para procesos innovativos de mayor alcance.

- ✓ **Aislamiento:** Creación de nuevos modelos de negocio internos, mediante desarrollos individuales de áreas específicas en una organización. Dichos esfuerzos son aislados e independientes de la estrategia organizacional.
- ✓ **Parcialmente sincronizado:** El poder de la digitalización ha sido reconocido y se define un estado futuro a nivel digital. Sin embargo, la empresa no ha completado el proceso de transformarse digitalmente de manera integral. Tampoco se han implementado nuevos modelos de negocio y la cultura de innovación aún no es una constante.
- ✓ **Totalmente sincronizado:** Evolución de los modelos de negocios y plataformas digitales, haciéndolas parte integral de toda la organización. Implica un solo proceso de transformación, aún no ha logrado perpetuidad en la disrupción.
- ✓ **ADN vivo:** La transformación se vuelve perpetua, la innovación es constante y la organización se convierte en un referente.

3.2 Gobierno de datos

Cuando se habla de transformación digital, es inevitable no referirse a la unidad base desde donde parte cualquier proceso asociado a esta doctrina: el dato. Esta es la fuente de conocimiento más pequeña y relevante, aquella que, en combinación a otras similares y procesos de transformación, dará pie a información y conocimiento, los cuales promueven las decisiones más importantes de la organización. Un tratamiento inadecuado de los datos podría traer consecuencias catastróficas para cualquier organización, las cuales pueden escalar a escenarios de ineficiencia operativa, gasto injustificado, incumplimiento de compromisos, mal clima laboral y finalmente pérdidas económicas.

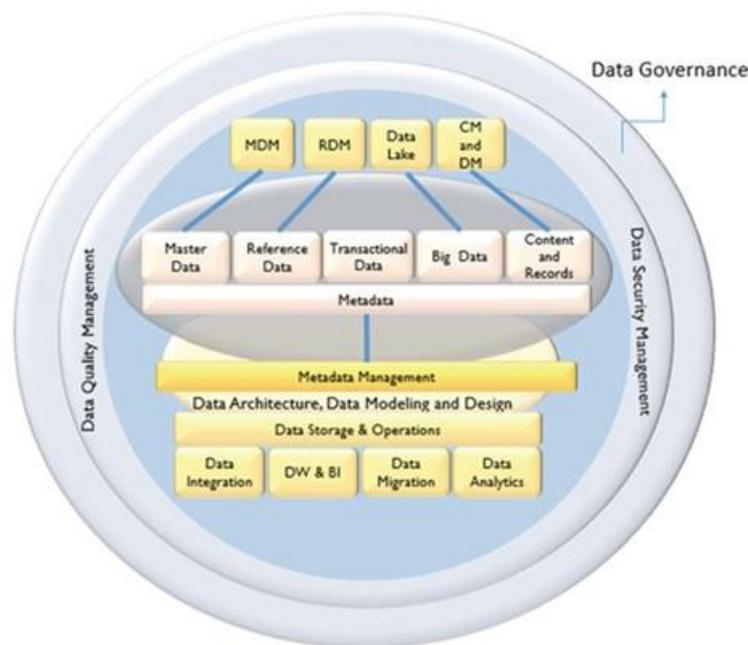
Los datos provienen de un sinnúmero de fuentes, en distintas formas y disponibles en periodos de tiempo específicos. Mantener la armonía, integridad, interconectividad, disponibilidad y fiabilidad de los datos, es un trabajo complejo que requiere equipos dedicados con habilidades únicas y una visión alineada a los objetivos estratégicos de la empresa. Esta es una labor constante, que debe de velar siempre por elevar los estándares de calidad y garantizar la entrega de valor a los distintos perfiles, cuyos objetivos dependen del grado de confiabilidad de la información. En ese sentido, aparece el concepto de gobierno de datos como un programa que debe formar parte de toda organización que busca desarrollar la tan ansiada transformación digital.

Una de las definiciones establece al gobierno de datos como el ejercicio de autoridad, control y toma de decisión compartida sobre los activos de datos (Ladley, 2012). Otra definición más específica lo propone como la organización e implementación de políticas, procedimientos, estructuras, roles y responsabilidades que refuerzan las gestiones para un manejo adecuado de las fuentes de información (Ladley, 2012). Ambas definiciones sostienen la existencia de reglas y

requerimientos mínimos para lograr una administración efectiva de datos e información, que agregue valor a los usuarios y potencie los resultados de la organización.

Con las empresas actualmente capturando y almacenando grandes volúmenes de datos, es necesaria una adecuada gestión y política a datos que garantice una base estratégica y sostenible (Mahanti, 2021). La gestión de datos ha sido una disciplina que ha evolucionado progresivamente al paralelo de los desarrollos tecnológicos de la era moderna, pasando de procesos de imputación de datos y almacenamiento en discos magnéticos, a una gestión de distintos tipos de datos que se complementan en un mismo ecosistema y es accesible para todos. Como se observa en la Figura 7, existe una interrelación y dependencia entre dichos datos, los cuales son responsabilidad de equipos interdisciplinarios con alcances específicos sobre cada tipo (Mahanti, 2021). El gobierno de datos es precisamente el responsable de que todas estas disciplinas funcionen en armonía a través de todas las áreas de negocio.

Figura 7 Modelo de gobierno, calidad y gerenciamiento de Datos



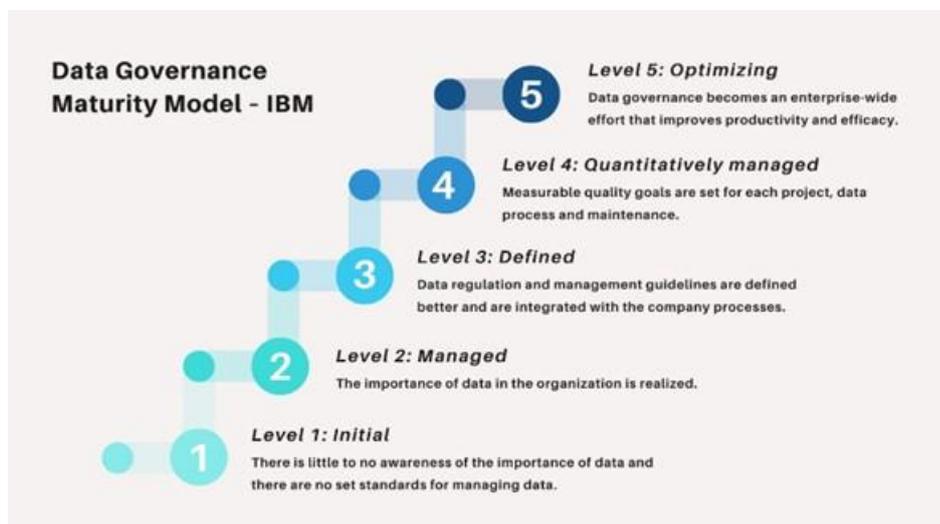
Fuente: Mahanti (2021).

Aquellas organizaciones que explotan y gestionan datos, de alguna manera tienen una suerte de gobierno de datos muy primitivo. Sin embargo, tienden a incurrir en prácticas asiladas, sin ningún tipo de política de control y administrando la data según sus propias reglas y necesidades. Contrario a esto, un gobierno de datos correctamente implementado trae grandes beneficios, como un común entendimiento de la data, mejoras en seguridad de datos, una acertada toma de decisiones, ventaja competitiva, ahorro en costos, incremento de los márgenes, respaldo de análisis de negocio, entre otros (Mahanti, 2021). Los retos son muchos y factores como el

liderazgo, alineamiento de objetivos, cambio cultural, habilidades, conocimiento, respaldo directivo y estrategia, son determinantes para un programa de gobierno de datos exitoso.

Como es evidente, existe un estrecho lazo entre el éxito de una organización y administración de los activos de datos. Por tanto, es importante que las empresas estén en la capacidad de reconocer cuantitativamente en qué nivel de maduración se encuentran y, basado en su misión y objetivos, dónde quisieran estar en un periodo de tiempo específico. El gigante tecnológico IBM (Bertoletti, 2019) propone un modelo de cinco niveles de madurez (ver Figura 8), el cual usualmente es contrastado contra otras dimensiones tecnológicas asociadas al gobierno de datos, dando así una visión clara del estado actual.

Figura 8 Modelo de madures de gobierno del dato propuesto por IBM



Fuente: IBM (2019).

✓ **Nivel 1: Inicial**

Existe una nula conciencia de la importancia de los datos. Los estándares son inexistentes, la data es manejada de manera local, muy común la existencia de silos de información y la no adherencia a algún tipo de política de manejo de datos.

✓ **Nivel 2: Administrado**

Hay una concepción de data como activo importante y cómo esta puede impulsar el desarrollo del negocio.

✓ **Nivel 3: Definido**

Se definen políticas de regulación y administración de datos, siendo estas integradas a los procesos internos de la compañía. Asimismo, existe un mayor conocimiento de herramientas para el tratamiento de datos, las cuales ya son de uso más común a lo ancho de la organización.

✓ ***Nivel 4: Administrado cuantitativamente***

Todos los proyectos asociados a data siguen las políticas de gobierno de datos ya definidas. Se ejecutan mediciones de calidad y cumplimiento para cada proyecto o proceso de datos.

✓ ***Nivel 5: Optimización***

Las políticas de gobierno ya están desplegadas y son puestas en práctica en toda la organización. Se busca un constante refinamiento, maximizando la productividad y la eficiencia.

La aplicación de este modelo no debe de ser una tarea única y puntual. Todo lo contrario, es responsabilidad de la organización no entrar en un estado de complacencia y hacer una revisión periódica del modelo, validando o redefiniendo los objetivos del marco del gobierno de datos.

3.3 Business Analytics

Un gobierno de datos brinda una estructura de soporte para todos los activos digitales que interactúan dentro de una organización. Sin embargo, hasta este punto no se ha profundizado en cómo extraer el tan anhelado valor de los datos y generar beneficios para la empresa. Es aquí donde toma relevancia el *Business Analytics* (BA) y todas las herramientas que pone a disposición para generar conocimiento presente y futuro sobre el negocio y proporcionar una sólida base para dirigir los esfuerzos de la organización. A continuación, la definición y conceptos de este movimiento.

2

3

3.1

3.2

3.3

El campo de BA se define como una fuente de conocimiento que pone a disposición data e información de valor para los usuarios correspondientes en el momento y lugar correcto, proveyendo así la capacidad de tomar decisiones racionales alineadas a las condiciones estratégicas, operacionales y de mercado (Laursen & Thorlund, 2016). Otra definición establece a BA como un facilitador que potencia el uso extensivo de data, análisis estadísticos y cuantitativos, modelos predictivos y tendencias históricas de los datos, para dirigir las decisiones y acciones del negocio (Chiucchi, Lombardi, & Mancini, 2021). Ambas definiciones coinciden en el uso de datos y analítica a modo de soporte de la organización en términos de eficiencia y rentabilidad.

Sin embargo, el valor agregado no está en solamente poner a disposición datos e información, sino más bien en lograr acoplarse a la estrategia empresarial, permitiendo crear innovaciones, atraer el valor y maximizar los beneficios (Laursen & Thorlund, 2016). Y esto aplica no solo a las grandes empresas, sino también a las pequeñas o medianas, especialmente si cuentan con activos digitales que generan flujos constantes de datos entre entidades externas (como clientes, proveedores, bancos, etc.) a los sistemas internos (Ejem.: CRM). A través de todo el *journey* por el cual atraviesan los distintos actores. Existen puntos de contactos que, siendo digitalizados, se transforman en datos, los cuales son agrupados en distintas dimensiones y luego estandarizados, brindando así entendimiento y conocimiento del negocio, un embudo de conversión o un proceso que puede ser realizado de una manera óptima.

El valor de BA no solo se refleja en respuestas a un primer nivel descriptivo, sino también en la formulación de nuevas preguntas, cuestionamientos, identificación de oportunidades y predicciones a todo nivel de la organización. Como bien se dice, el conocimiento es poder y este se traduce en la capacidad para comprender la situación actual, las razones de casuísticas específicas, entendimiento de las aristas empresariales y la manera ideal para afrontar situaciones futuras. Trasladando este conocimiento a la estrategia empresarial y el ente directivo, es que los líderes adquieren un alto nivel de conciencia y están en la capacidad de dirigir eficientemente los recursos de la organización.

3.4 Big Data

El término de *Big Data* (BD) describe un fenómeno que se viene dando en los últimos años, ante una creciente cantidad y variabilidad de datos (Laursen & Thorlund, 2016). Las nuevas tecnologías permiten analizar estas enormes cantidades de datos provenientes de distintas fuentes, como por ejemplo el internet de las cosas (IoT), la cual obtiene datos prácticamente de cualquier objeto conectado al internet, a través de innovadoras tecnologías de sensores que monitorean eventos en tiempo real (Chiucchi, Lombardi, & Mancini, 2021). El mismo impulso tecnológico ha traído grandes innovaciones en procesamiento y almacenamiento de datos, los cuales son determinantes para el desarrollo del BD.

Si bien el BD pone sobre la mesa muchos beneficios, también supone retos producto de la complejidad que representan variadas fuentes de datos. De acuerdo a esto, el BD categoriza a los datos en tres tipos: estructurados, semiestructurados y no estructurados; siendo estos últimos aquellos que no tienen un formato establecido y los que representan mayores dificultades al momento de gestionar. Asimismo, y en la medida que el concepto ha evolucionado, se definen las “7 Vs” como características del BD:

- ✓ Volumen: Cantidad de datos que se producen por periodos de tiempo.
- ✓ Velocidad: Rapidez en la gestión de datos.

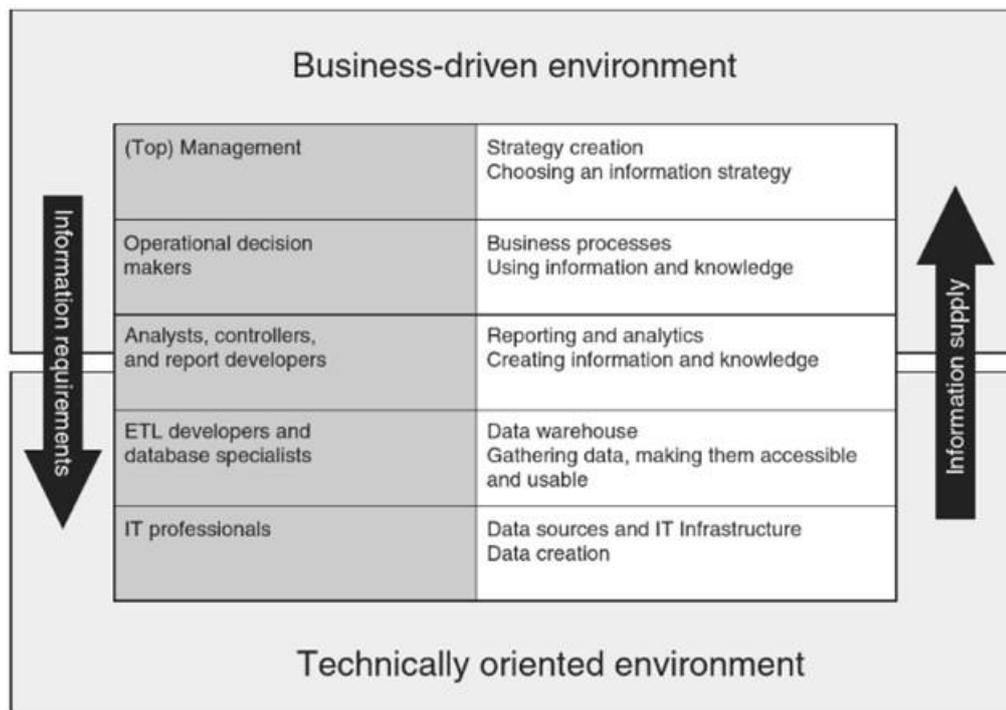
- ✓ Variedad: Distintos tipos y formas de datos (estructurados / no estructurados).
- ✓ Veracidad: También llamada fiabilidad de los datos.
- ✓ Viabilidad: Capacidad para el aprovechamiento de los datos.
- ✓ Visualización: Capacidad de presentación de los datos e información.
- ✓ Valor: Obtenido a través de la transformación de datos a información.

Estas propiedades ofrecen una importante cantidad de beneficios para las empresas, pero al mismo tiempo una alta complejidad y amenazas que deben de ser anticipadas. La mayor cantidad de datos provienen de fuentes externas, como el Internet o dispositivos físicos que generan data de todo tipo y que difieren de la data interna de la organización. En ese sentido, no es una labor fácil cuantificar el beneficio que se puede obtener de los activos de datos y muchas veces es cuestionable para perfiles no familiarizados. Son necesarias al menos tres condiciones para que el BD genere valor: fuentes de datos apropiadas y actualizadas, soporte tecnológico y analítico y equipos calificados que puedan gestionar y obtener el máximo valor de las herramientas disponibles (Chiucchi, Lombardi, & Mancini, 2021).

3.5 Modelo analítico

Los modelos de BA condicionan una fuerte interacción entre plataformas, tecnologías, conocimiento y usuarios con necesidades específicas. Para entender la dinámica de trabajo de las organizaciones que desarrollan BA, Laursen y Thorlund (2016) proponen un modelo (ver Figura 9) que puede ser adaptado a cualquier tipo de empresa. El objetivo de dicho modelo es contar con un marco de referencia común para la estructura general de trabajo en una organización que implementa BA. A través de este marco se especifican los roles de cada individuo, su involucramiento en la generación y consumo de información, así como la interacción con otros usuarios, responsabilidades y objetivos.

Figura 9 Modelo de Business Analytics (BA) propuesto por Lauren & Thorlund



Fuente: Laursen y Thorlund (2016).

El modelo de BA propone un conjunto de capas ordenadas según un criterio jerárquico, donde los requerimientos de información viajan desde las áreas de negocio hasta los equipos técnicos responsables de gestionar la data, para luego retornar los flujos de respuesta a los niveles superiores y se gestionen las estrategias.

La capa superior está conformada por el ente directivo, quienes definen la estrategia y los requerimientos de información necesarios para su ejecución. En la siguiente capa están los equipos operativos, cuya responsabilidad es la de soportar la estrategia de datos de la capa inmediatamente superior. La capa media está conformada por los responsables de la creación de información y conocimiento de la capa operativa, velando por facilitar y optimizar sus actividades. La capa subsiguiente se encarga de administrar los datos y tenerlos siempre a disposición del usuario. Finalmente, la capa inferior tiene a profesionales técnicos que gestionan la arquitectura, fuentes y creación de datos.

3.6 Industria 4.0

Ante la nueva ola de avances tecnológicos de las últimas dos décadas, las industrias han venido atravesando cambios en sus modelos de negocios que los han obligado a adoptar nuevas formas de trabajo y en algunos casos reinventarse. Esta nueva ola es la denominada Cuarta Revolución Industrial o también conocida como Industria 4.0. En la cual el auge de las nuevas tecnologías cambia las reglas del juego tradicionales, promoviendo la innovación de los modelos de negocio,

eficiencia operativa, automatización, cadena de suministros y una redefinición de los productos para un cliente cada vez más conectado al mundo digital.

La Industria 4.0 refleja el desarrollo en campos como: nanotecnología, inteligencia artificial, analítica digital, robótica, tecnología de sensores, drones, internet de las cosas, entre las más relevantes. Ahora, no todas estas tecnologías aplican para todas las organizaciones, por lo cual deben tener claridad sobre aquellas que aportan valor de acuerdo con las necesidades, objetivos y visión futura del negocio. Este concepto está muy asociado y se complementa con los procesos de Transformación Digital, donde las empresas se sirven de las innovaciones producto de esta revolución tecnológica.

Según De Propris y Bailey (2020), los cambios que trae la Industria 4.0 se pueden agrupar en cinco áreas de trabajo:

- ✓ **Nuevos mercados:** Con la integración de tecnologías digitales, se crean nuevos canales de interacción entre el producto final y el usuario, donde este podrá usar, comprar o consultar sobre los bienes que desea adquirir, dando pie a la innovación para la captación de nuevos mercados en función a la transformación de ciertas necesidades.
- ✓ **Nuevos productos:** La digitalización alterará la manera en que los productos son adquiridos y consumidos, dando pie a nuevas maneras de cubrir las mismas necesidades. Un ejemplo es el paso de combustibles fósiles a energía renovable y no contaminante.
- ✓ **Innovación de servicio:** Los consumidores son direccionados a pasar de un formato de adquisición de un producto, a la contratación de un servicio que compromete a una relación de largo alcance con el proveedor.
- ✓ **Nuevos modelos de negocio:** La captura de nuevos mercados, innovación de productos y servicios, inevitablemente hará que los negocios cambien su manera entregar valor a los clientes.
- ✓ **Innovación centrada en el cliente:** La co-creación de productos y servicios de la mano de los clientes, incrementará la oferta de valor, siendo más customizada y atrayendo a nuevos nichos de mercado.

3.7 Internet de las Cosas (IoT)

El concepto de IoT gira en torno a la interconexión de una serie de equipos tecnológicos a una red y extraer información resultante de su funcionamiento o interacción con otros actores. Oracle (2022) lo describe como una red de objetos físicos, conectados con sensores, *software* y otras tecnologías con el propósito de intercambiar datos con otros dispositivos a través del internet y con la posibilidad de tomar acciones específicas con una mínima intervención humana o simplemente procesar datos específicos de comportamiento. Dichos objetos van desde artículos comunes dentro de un hogar hasta maquinaria industrial de soporte para procesos manufactureros.

El mismo concepto aplica al mundo industrial (IIoT), siendo este un segmento de gran crecimiento debido al valor aportado en los procesos de automatización, manufactura, prevención de fallas y mantenimientos predictivos, a través de sensores especializados y dispositivos que usan tecnologías de *cloud computing*. El IIoT es sinónimo de innovación, al traer nuevas oportunidades para el negocio, desde un conocimiento más profundo del cliente, hasta incrementar los niveles de eficiencia operativa en las cadenas de producción. Algunos de los principales beneficios:

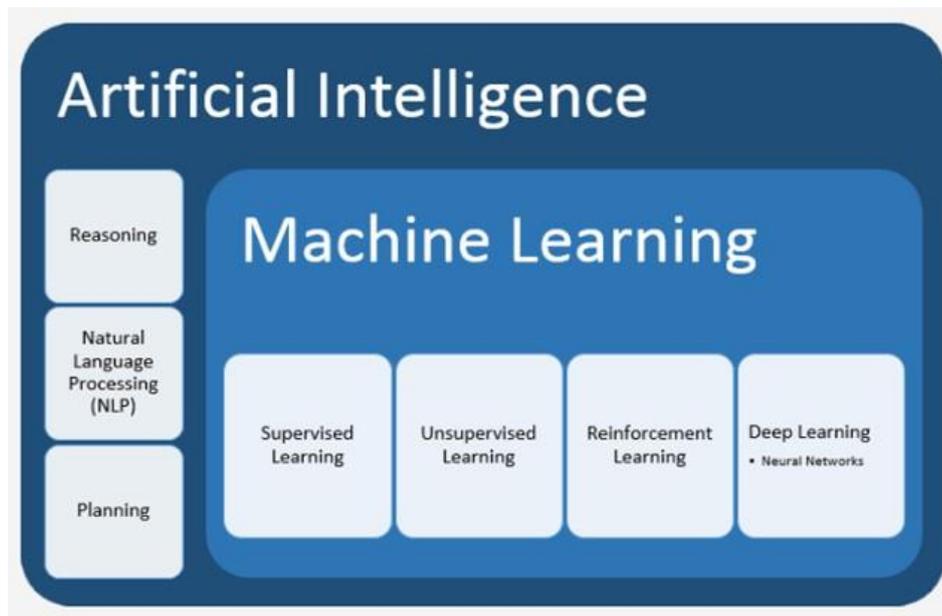
- ✓ La aplicación de análisis avanzados sobre la data expone oportunidades y da pie a soluciones innovadoras, a las cuales no hubiese sido posible llegar con los métodos tradicionales.
- ✓ La data recopilada permite realizar análisis históricos de tendencia y, mediante el uso de tecnología de inteligencia artificial, estar en la posibilidad de predecir eventos y su impacto en el negocio.
- ✓ Con una supervisión en tiempo real de la infraestructura y plataformas informáticas, es posible determinar acciones automatizadas que velen por la seguridad y continuidad de los sistemas.
- ✓ Soluciones escalables para todo tipo de industrias y consumidores, desde el monitoreo de parámetros de salud para pacientes con afecciones específicas hasta modelos de reposición de artículos en una tienda física.

3.8 Inteligencia Artificial

El gigante tecnológico IBM define *Artificial Intelligence* (AI) como la capacidad de las computadoras y máquinas para imitar el comportamiento del ser humano al momento de resolver problemas y tomar decisiones (IBM Cloud Education, 2020), combinando las ciencias de la computación y las grandes fuentes de información disponibles para tales efectos.

Asimismo, AI engloba las disciplinas de *Machine Learning* y *Deep Learning* (ver Figura 10), las cuales se sirven de algoritmos especializados que buscan hacer predicciones o clasificaciones, basándose en datos históricos de entrada como fuente de aprendizaje continuo. Es usual que ambas disciplinas sean mencionadas como una misma; sin embargo, *Deep Learning* es realmente un subcampo más especializado de *Machine Learning*.

Figura 10 *Inteligencia Artificial y sus subáreas - IBM*



Fuente: IBM (2020).

Más específicamente, *Machine Learning* se concentra en el uso de datos y algoritmos con el objetivo de imitar la forma en que los seres humanos aprenden. Asimismo, requiere un entrenamiento del modelo a través de conjuntos de datos antes de ser desplegado. Luego de este proceso, al enviar información de entrada al modelo, este enviará una salida como consecuencia de lo aprendido en la fase de entrenamiento.

Dependiendo de la naturaleza de la industria, así como la cantidad y tipos de datos disponibles, se cuentan con distintos enfoques para abordar el problema a solucionar:

- ✓ ***Aprendizaje supervisado***: Se caracteriza por el uso de conjunto de datos ya etiquetados y clasificados hasta cierto nivel. Usualmente se usan para problemáticas donde existe un factor experto que guía el discernimiento del algoritmo.
- ✓ ***Aprendizaje no supervisado***: Es utilizado cuando se tiene una gran cantidad de datos sin etiquetar. Utiliza algoritmos especializados que se encargan de clasificar la data y reconocer patrones de comportamiento ocultos, todo esto sin intervención humana.
- ✓ ***Aprendizaje de refuerzo***: Modelo similar al aprendizaje no supervisado, con la diferencia de que este no aprende de los datos muestrales, sino del acierto y el error. En la medida que el hallazgo sea exitoso, reforzará la exactitud del modelo.
- ✓ ***Deep Learning***: Método que incorpora el uso de redes neuronales de 3 a más capas sucesivas para un aprendizaje iterativo. Su característica principal es que tratan de emular el comportamiento del cerebro humano y poder trabajar sobre abstracciones y problemas más complejos.

A continuación, se especifican sólo algunas de las aplicaciones más populares de *Machine Learning*:

- ✓ **Reconocimiento de voz:** Es la capacidad para transformar la voz humana en texto escrito. Usualmente aplicado en tecnologías de teléfonos móviles.
- ✓ **Servicio al cliente:** Un ejemplo son los tan conocidos *chatbots* que fungen de agentes virtuales para la atención al cliente, respondiendo dudas y consultas en tiempo real.
- ✓ **Computer Vision:** Tecnología que usa las redes neuronales como modelo de predicción, capaz de reconocer patrones visuales en fotos, videos y otros insumos visuales, para luego tomar una acción.
- ✓ **Motores de recomendación:** Usando data histórica, los algoritmos de AI pueden detectar tendencias de comportamiento, que promueven mecanismos de *cross-sell* o recomendaciones sobre casuísticas similares. Un buen ejemplo de esto es el motor de decisión de Netflix para recomendación de contenido.
- ✓ **Comercio de acciones automatizado:** Optimiza los portafolios de acciones, realizando millones de inversiones no supervisadas.
- ✓ **Detección de fraudes:** Las instituciones financieras utilizan algoritmos de *Machine Learning* para la detección de transacciones sospechosas y la toma de acción sobre una cuenta bajo ciertas condiciones.

3.9 Metodología “Agile”

En el desarrollo de *software*, es común abordar proyectos con el uso metodologías estructuradas que manejan secuencias de hitos, los cuales tienen que ser culminados previamente para pasar al siguiente. Un buen ejemplo es la metodología de *waterfall* o cascada, en la cual existe una captura de requerimientos en una primera instancia y una entrega final de producto luego de haber atravesado por todas las fases correspondientes. El principal problema de este tipo de metodologías es la gestión de cambios en retroactivo, en vista que el usuario final no ha participado del proceso de desarrollo y por tanto la retroalimentación llega al final cuando el producto está siendo entregado o, en el mejor de los casos, probado. Esto hace que los tiempos de desarrollo se alarguen, los costos se incrementen y el usuario no perciba el valor de acuerdo con su necesidad.

Precisamente, las metodologías ágiles nacen con el objetivo de responder a la rigidez característica de estas formas tradicionales de trabajo. *Agile* es una estrategia de trabajo con un enfoque iterativo, cuyo objetivo es la división de un proyecto en pequeños componentes o entregables funcionales ya validados por un equipo especializado y el cliente final (Deloitte, 2022). Contempla un alto compromiso de equipos especializados para la concreción de los *sprints*, así como un constante involucramiento del cliente final, haciéndolo partícipe de todas las

etapas del proyecto a través de su retroalimentación, de manera que se garantice el valor agregado que busca.

Estas metodologías se sirven de una declaratoria de valores y principios surgida en 2001 y redactada por 17 expertos en programación, como respuesta a un cliente cada vez más exigente en términos de requerimientos y plazos. Dicha declaratoria se denomina el Manifiesto Ágil, el cual contiene 4 valores y 12 principios que buscan un cambio de mentalidad y un marco de trabajo para el desarrollo de proyectos innovadores (Measey, 2015). A continuación, se detallan los valores del Manifiesto Ágil:

✓ ***Individuos e interacciones sobre procesos y herramientas***

Mientras que los procesos y herramientas habilitan los desarrollos de los proyectos ágiles, son las personas capacitadas y motivadas quienes interactuarán efectivamente como un equipo para lograr el objetivo.

✓ ***Software funcional sobre documentación exhaustiva***

Si bien en la mayoría de los desarrollos de *software* requieren documentación extensiva para efectos de soporte y mantenimiento futuro, el enfoque de *Agile* es el de proveer *software* funcional de manera incremental y demostrable para el cliente; donde la documentación producida va de la mano con la agregación de valor en cada iteración siempre que esta genera valor al cliente.

✓ ***Colaboración con el cliente sobre negociación contractual***

En los esquemas tradicionales de cascada, las condiciones contractuales suelen tener un fuerte contenido de las etapas de análisis y diseño. Las interacciones entre cliente y proveedor se convierten en un proceso de negociación sobre los detalles documentarios, creando en muchas ocasiones fricciones. Por el contrario, en las metodologías ágiles se busca una consistente colaboración entre ambas partes, tomando en conocimiento que el producto no podrá ser desarrollado exitosamente sin la intervención del cliente.

✓ ***Respuesta al cambio por encima de seguir un plan***

La rigurosidad de un plan es un contraste de algo que es más común y constante: el cambio. Las metodologías ágiles se enfocan en materializar y ejecutar un plan, pero que esté diseñado para recibir el cambio y lograr adaptarse efectivamente.

Existen una serie de *frameworks* de aplicación de agilidad; sin embargo, el más popular con un 72% de participación en los proyectos ágiles se denomina SCRUM (Measey, 2015). Este es un marco de trabajo centrado en las personas y equipos multidisciplinarios, que presenta un conjunto de valores, roles, actividades y artefactos para su ejecución. Los valores o pilares de control representan los ideales por los que se guía esta metodología de trabajo para generar valor:

✓ ***Transparencia:*** Proveer de visibilidad a todo actor involucrado en el proyecto.

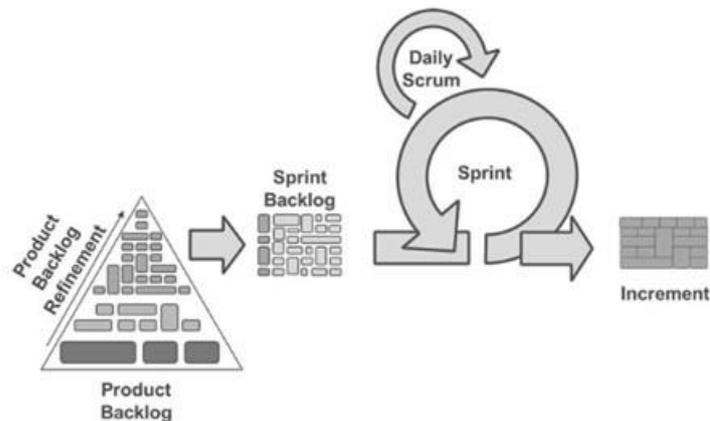
- ✓ **Inspección:** Capacidad de revisar el avance de manera continua y respecto al objetivo.
- ✓ **Adaptación:** Ajuste del proceso para minimizar la desviación al objetivo.

De igual manera, SCRUM maneja 3 roles con propiedades y responsabilidades específicas:

- ✓ **Scrum Master:** Facilita la adopción de SCRUM a través de su trabajo como líder de equipo, impulsándolo a superar impedimentos, resolver problemáticas y hacer el mejor uso del marco de trabajo, haciendo que el equipo sea totalmente funcional.
- ✓ **Product Owner:** Su principal responsabilidad es la de definir y priorizar el *backlog* del producto, así como velar por la maximización de valor entregado. Trabaja con el cliente directamente determinando los requerimientos del negocio, participando en toda reunión estratégica y siempre dispuesto a enfocar al equipo de desarrollo de manera constante.
- ✓ **Development Team:** El equipo de desarrollo generalmente está compuesto por perfiles multifuncionales cuya principal característica es la autonomía de decisión para poder organizarse a la interna y determinar la priorización de requerimientos, trabajando muy de la mano con el *Product Owner*.

En esquema mostrado en la Figura 11 se describe gráficamente la interacción y secuencialidad en SCRUM.

Figura 11 Esquema gráfico de interacción y secuencialidad de SCRUM



Fuente: (Measey, 2015)

El *Product Owner* en conjunto con el *Development Team* elaboran el *Product Backlog* que es una descomposición del proyecto a un nivel de requerimientos. Luego ambos se encargan de priorizar dichos requerimientos y agruparlos una serie de *Sprints*, de acuerdo con criterios internos de trabajo y la concreción del objetivo final que debe entregar cada uno de ellos (*Sprint Goal*) y con la supervisión del *Scrum Master*. Se realizan reuniones diarias de no más de 15

minutos para la revisión y validación de los avances hasta el final del *Sprint*. Procesos de validación y control de cambios en colaboración con todos los interesados son claves en esta etapa para dar como concluido el *Sprint*.

CAPÍTULO IV. SITUACIÓN ACTUAL DE DATA & ANALYTICS

4

4.1 Estrategia de data & analytics actual

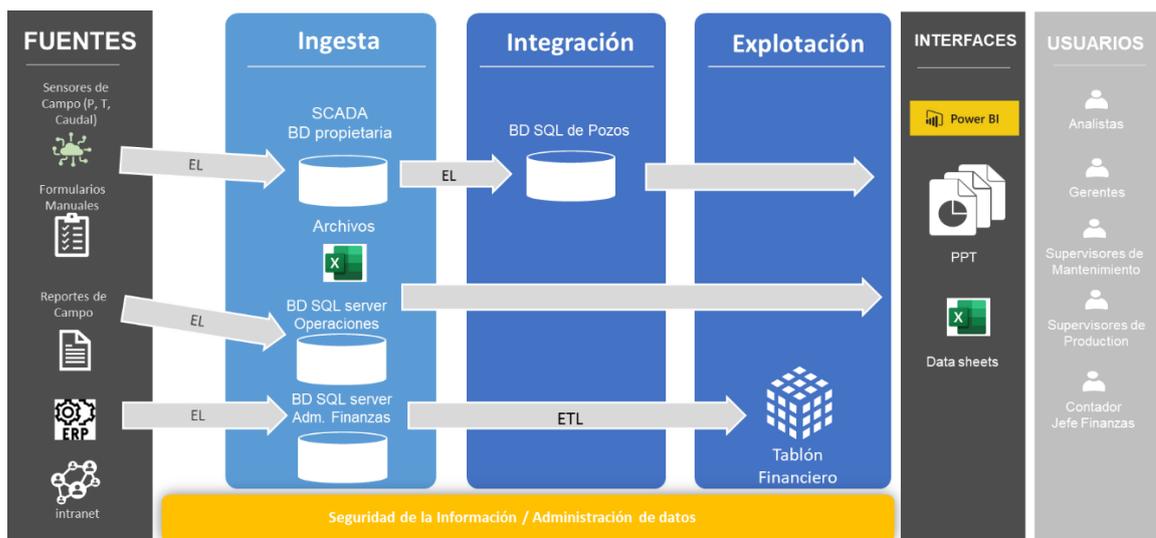
La organización ha venido desarrollando e implementando iniciativas de digitalización y transformación digital enfocadas principalmente a procesos financieros a través de la implementación de un nuevo ERP (SAP 4 Hanna) y *dashboards* descriptivos de estados de cuentas, ingresos de ventas, egresos, cartera de morosidad de clientes, entre otros. En el área de operaciones las iniciativas implementadas están orientadas a *dashboards* de pérdidas de producción, indicadores productivos, etc.

Como se ha mencionado, estas iniciativas están orientadas únicamente a análisis descriptivos dejando aún una gran oportunidad para capturar valor a través de analítica avanzada. Adicionalmente, estas iniciativas son aisladas sin una estrategia definida, sin objetivos claros ni métricas de evaluación de desempeño.

4.2 Ecosistema de datos

El ecosistema de datos de OLYMPIC está principalmente construido para soportar dos grandes procesos: el Operativo de Campo y el Financiero-Contable (ver Figura 12). Las fuentes de información provienen principalmente de las operaciones de producción, facturación, pagos y mantenimiento de campo.

Figura 12 Arquitectura de Datos actual de Olympic



Fuente: Elaboración propia (2022)

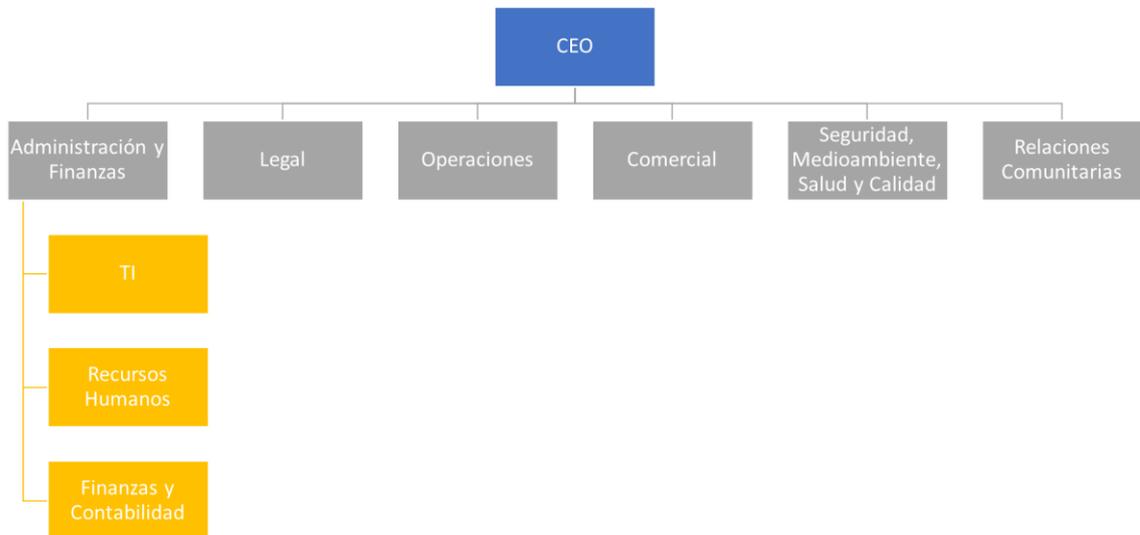
Solo se cuenta con un proceso de ETL para la generación de una base de datos maestra de finanzas de donde se procesa el cierre contable mensual. Este fue recientemente mejorado para eliminar el proceso manual de cruce y cierre de información de costos que se realizaba cuenta por cuenta consumiendo más de ocho días de trabajo.

Aun cuando se cuenta con un sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA) que recoge y procesa la información que transmiten los sensores en campo en *real time*, estos datos no cuentan con un gobierno de datos de soporte o políticas de gestión especializadas. Todo activo de datos normalmente se consume en aplicaciones como Microsoft Excel y Power BI para generar reportes y análisis descriptivos, los cuales han tenido un auge en la compañía en los últimos 12 meses.

4.3 Capital Humano

Recientemente la estructura organizacional de OLYMPIC fue modificada. En esta reagrupación, se optó por que las áreas *core* de Operaciones, Comercial y SMSC se mantengan en OLYMPIC y las áreas de Finanzas, TI, Legal, RRCC y RRHH, consideradas de soporte, pasen a una empresa del corporativo que brindará servicios en la modalidad de *backoffice*. Sin embargo, en la práctica se mantienen los reportes directos según como se muestra en el organigrama mostrado en la Figura 13.

Figura 13 Organigrama actual de la estructura de Olympic (AS IS)



Fuente: Elaboración propia (2022)

Asimismo, el esquema actual de la organización no cuenta con un área de data y analítica; solo existe un responsable de *Business Intelligence* para toda la organización y cuyas principales

funciones giran en torno a la explotación de data local, diseño e implementación de *dashboards* en PowerBI y análisis puntuales en bases de datos de usuario.

4.4 Activos analíticos

OLYMPIC no cuenta con ningún tipo de estrategia de data a corto o mediano plazo. Los modelos de *Machine Learning* para la predicción de contingencias es algo que se ve muy lejano en el panorama de la empresa, incluso el conocimiento sobre sus potenciales beneficios es muy limitado. De la misma manera, no se cuenta con plataformas de almacenamiento y procesamiento de *Big Data*, como *Data Marts*, *Data Lake* o *Data Warehouse*.

En lo que respecta a analítica, en los últimos meses OLYMPIC ha logrado implementar algunos reportes y *dashboards* descriptivos, principalmente en el área de operaciones y en el área financiera. En la Tabla 1 se describen los principales activos analíticos descriptivos:

Tabla 1 Dashboards y Reportes implementados por Olympic

Área	Sub Área	Nombre	Descripción
Operaciones	Producción	Semanal de producción	Descriptivo de diferencias de producción
	Mantenimiento	Semanal de mantenimiento	Descriptivo de variables de activos críticos
Finanzas	Contabilidad	Cartera de cuentas por cobrar	Cartera de morosidad
	Finanzas	Ingresos por ventas	Ingresos por cliente y por tipo de producto

Fuente: Fuente: Elaboración propia (2022)

4.5 Gobierno y calidad de datos

OLYMPIC no cuenta con un programa de Gobierno de Datos, así como tampoco existen planes para su desarrollo. El área de tecnologías de información (TI) únicamente cuenta con una política de uso de información, que básicamente regula los medios para compartir y almacenar información sensible de la compañía, uso de correo electrónico, solicitud y perfiles de acceso e instructivos de trabajo sobre temas informáticos genéricos. La data es gobernada por quien en ese momento la está trabajando o extrayendo; usualmente es almacenada en servidores locales, usada para análisis puntuales y sin ningún tipo de validación sobre parámetros de calidad.

4.6 Conclusiones de la situación actual

Se evidencian muchas oportunidades de mejora y retos por delante en OLYMPIC; yendo desde la infraestructura tecnológica, hasta las capacidades y talento de los equipos de trabajo.

4

4.1

4.2

4.3

4.4

4.5

4.6

4.6.1 Conclusiones generales

Luego de la evaluación de los diferentes componentes de la organización podemos concluir en lo siguiente:

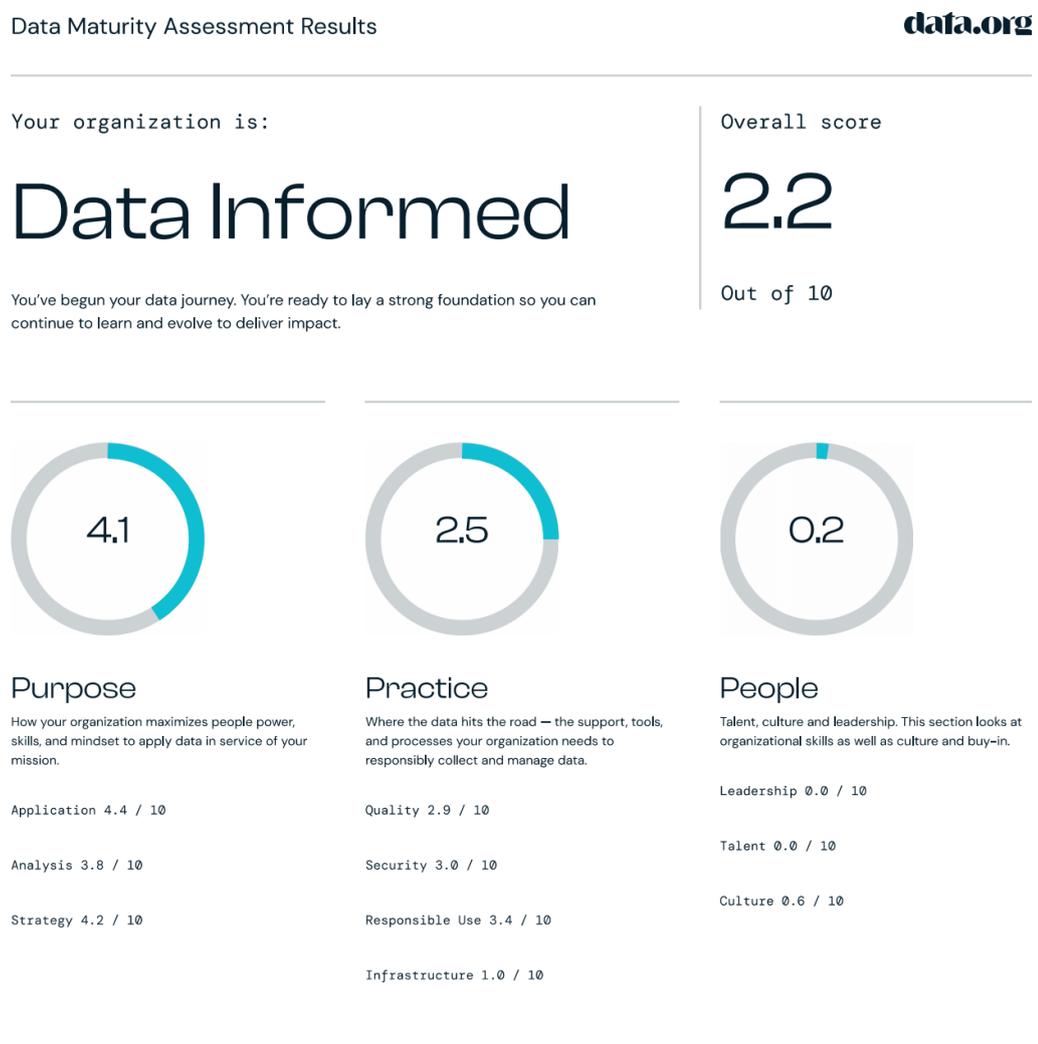
- ✓ El nivel de desaprovechamiento de la data es alarmante. Se cuentan con muchos insumos de datos (sensores) a lo largo de toda la cadena productiva de petróleo; sin embargo, nada de esto es aprovechado y peor aún no hay un plan de implementación sobre alguna temática digital.
- ✓ No hay conocimiento sobre los beneficios en el uso de la data, por el contrario, existe un estancamiento en iniciativas puntuales de analítica descriptiva que no cuenta con una directriz clara, solo cuentan con un perfil que está abocado a labores operativas.
- ✓ La arquitectura de datos no está en la capacidad de soportar un modelo de trabajo basado en analítica en tiempo real. No existen los componentes tecnológicos mínimos necesarios para contar con una base sobre la cual gestionar procesos analíticos. Tampoco una tecnología que soporte procesos de *streaming* para efectos seguimiento continuo.
- ✓ Los usuarios no están en la capacidad de extraer el valor de los datos, por el contrario, incurren constantemente en sesgos producto de análisis personales con la data que tengan disponible. Esto como consecuencia de que la data no está integrada bajo ningún tipo de servicio, es el propio usuario quien la extrae directamente de la infraestructura productiva (campo) y la explota según sus necesidades.
- ✓ Hay un gran reto cultural en OLIMPYC. El trabajo se ha venido realizando por mucho tiempo de manera tradicional y sin mayores innovaciones. Para que la organización realmente aprehenda el cambio, es necesaria la implementación de un programa de cultura digital y capacitación constante.

Existe un alto grado de incertidumbre a todo nivel por las decisiones que se toman basándose en la data actual. Esto por la falta de confiabilidad de los activos de datos, que en un 70% son ingresados de manera manual.

4.6.2 Nivel de madurez de la organización en Data Analytics

Luego de realizar una evaluación de los diferentes componentes del negocio, como la arquitectura de datos, la estructura organizacional, los activos digitales y el gobierno de datos, ejecutamos un *Data Maturity Assessment*, para lo cual se usó la herramienta libre desarrollada por Data.org, donde se evaluó 3 dimensiones mediante una serie de preguntas relacionadas al: el Propósito, la Práctica y las Personas; esto con la finalidad de contar con una visión integrada de la organización de cara al uso y la explotación de los datos. En la Figura 14 se puede apreciar el resultado general del *assessment*, que da un score de 2.2, ubicando así a la organización en un nivel “*Data Informed*”.

Figura 14 Resultado del *Data Maturity Assessment* para Olympic (WWW.data.org)

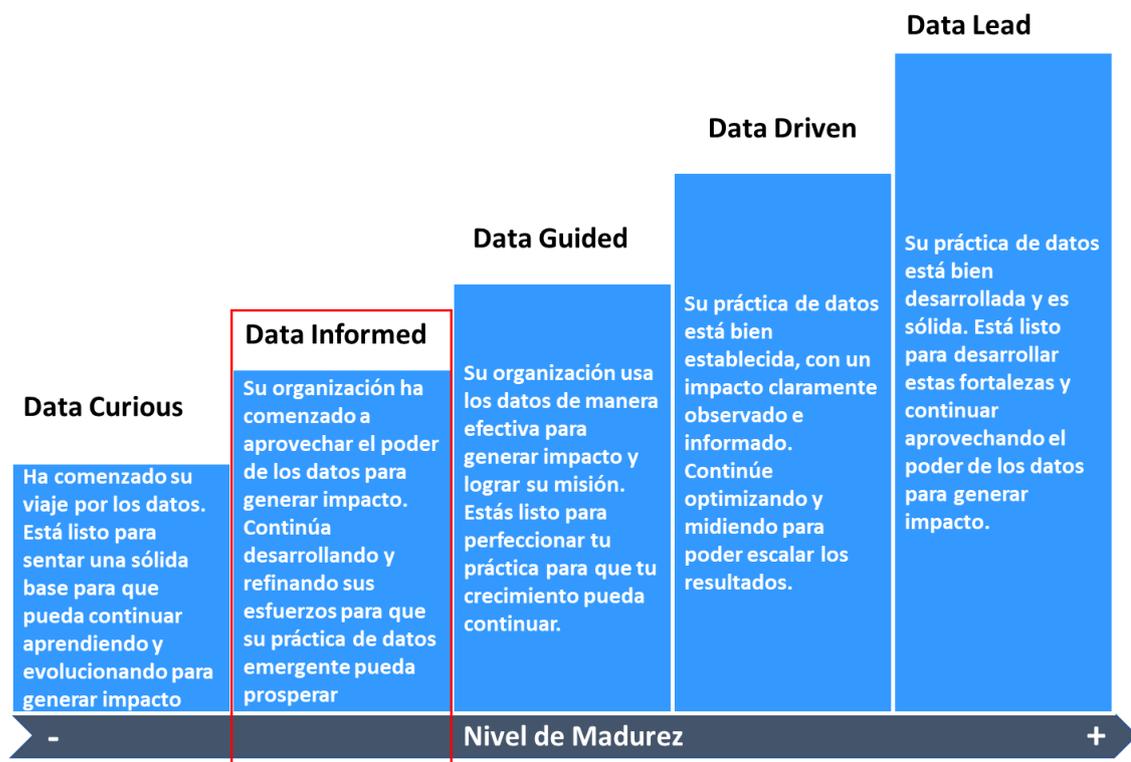


Fuente: Data.org (2022)

Como se aprecia en el *Assessment* inicial, el resultado arroja un puntaje global de 2.2 ubicando a OLYMPIC en el nivel “*Data Informed*”, lo cual significa que la organización ha iniciado a comprender el valor de los datos. Sin embargo, en la dimensión referida al propósito el puntaje

obtenido fue de 4.1 lo que implica un mejor desempeño en como la organización maximiza el potencial de las personas, sus conocimientos y la mentalidad para aplicar los datos al servicio de su misión, dentro de esta dimensión se evalúan la aplicación, el análisis y la estrategia. La dimensión practica se ha obtenido un puntaje de 2.5, siendo el nivel mas bajo evaluado el de infraestructura con 1.0, seguidos por calidad, seguridad y usos responsable de los datos con puntaje promedio de 3.0. Finalmente se evalúa la dimensión asociada a personas en la cual se obtiene un puntaje de 0.2, siendo el menor de todos, lo cual se justifica principalmente porque en la organización no cuneta con personas capacitadas ni asignadas a esta función.

Figura 15 Escala de nivel de maduración de una organización



Fuente: Elaboración propia, adaptado de data.org (2022)

CAPÍTULO V. PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN

5

5.1 Definición de la estrategia de data & analytics futura

5

5.1

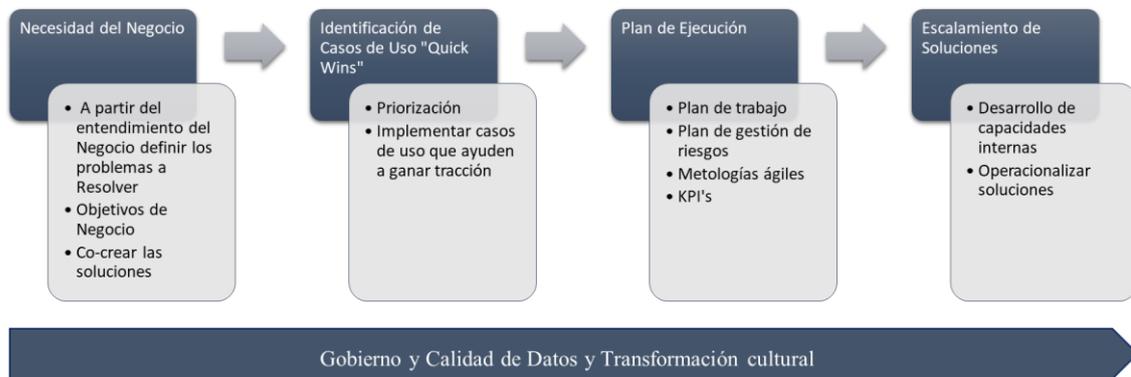
5.1.1 Estrategia

La estrategia de *Data & Analytics* de toda compañía debe siempre apoyarse en 4 pilares fundamentales con el objetivo de garantizar el éxito de la implementación y el mayor valor añadido para el negocio; debiendo ser implementados de manera secuencial y ordenada. La omisión de alguna de estas etapas puede significar el fracaso en la implementación de la estrategia. Los pilares estratégicos son:

- ✓ Necesidad del Negocio
- ✓ Identificación de casos de uso
- ✓ Plan de ejecución
- ✓ Escalamiento de las soluciones

Adicionalmente a estos 4 pilares, toda organización debe contar con un proceso continuo de Gobierno y Calidad de Datos con la finalidad de asegurar la planificación, el seguimiento y el cumplimiento de la gestión de los activos de datos y gestionar los riesgos derivados de niveles inadecuados de calidad de datos y malas prácticas de implementación (ver Figura 16). Asimismo, se requiere de un proceso de Transformación Cultural que imparta conocimiento sobre la importancia del cambio a tecnologías que agreguen valor a sus trabajos. Estos dos procesos deben correr transversalmente a los 4 principales pilares de la estrategia y son el soporte para el aseguramiento de la transformación digital.

Figura 16 *Principales Pilares que soportan la Estrategia de Transformación Digital*



Fuente: Elaboración propia (2022)

El primer pilar de la estrategia está referido a entender las necesidades del negocio. Para ello se requiere una profunda comprensión de los procesos que componen las diferentes etapas en la industria de los hidrocarburos (ver Figura 17). La primera fase es de Exploración, donde se aplican técnicas especiales (sísmica) para determinar la certeza de la presencia de hidrocarburos contenidos en el subsuelo. Estos contenedores, que tienen la capacidad de almacenar y producir hidrocarburos, son comúnmente conocidos como reservorios. Luego de esta etapa se da inicio a la de Perforación, que abarca el diseño, la planificación y la ejecución de la construcción de un hoyo de grandes longitudes, construido con las características para conectar el reservorio con la superficie, permitiendo la producción de hidrocarburos. En esta etapa se define con certeza la presencia de hidrocarburos en cantidades comerciales y económicas. Si se define la viabilidad técnica y económica de la explotación de un campo, se pasa a la etapa de Desarrollo. En esta etapa se diseñan, planifican y se construyen todas las facilidades (perforación y completado de pozos, ductos y plantas) necesarias para poner en valor las reservas de hidrocarburos, y por lo tanto es la etapa en donde se realiza la mayoría de las inversiones de capital, por lo que la optimización de estas podría generar un impacto significativo en el negocio. Luego, viene la etapa de Producción, siendo la más extensa y es donde se operan y mantienen las instalaciones construidas (pozos, ductos, plantas, compresores). En esta etapa se debe garantizar la disponibilidad y la confiabilidad de los equipos, mientras se garantiza un estricto control de costos, maximizando la rentabilidad y minimizando los eventos de daño ambiental y personal; es en esta etapa en donde se presentan las principales oportunidades para agregar valor a la compañía a través del uso y la explotación de los datos.

Figura 17 Etapas de la Industria de los Hidrocarburos



Fuente: Elaboración propia (2022)

Luego de entender las diferentes etapas de la industria de los hidrocarburos y cómo OLYMPIC genera valor para sus *shareholders*, en primera instancia se requiere entender cuáles son los objetivos corporativos de la compañía, para luego alinear las propuestas sobre los casos de uso evaluados. A continuación, la especificación de dichos objetivos se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2 Tabla 1 KPI's para el negocio de producción de gas y petróleo

Área	Producción de Gas	Producción de Petróleo
Producción	Producción (Objetivo 30-35 MMSCFD) ↓ Pérdidas	↓ Pérdidas
Calidad y suministro	↑ Confiabilidad ↓ NPT	↓ NPT (Tiempos no Productivos)
Equipo de Trabajo	↑ Optimizar el equipo de campo ↑ Conocimiento del equipo de trabajo	
OPEX	↓ Costo de Producción	↓ Costo de Producción
CAPEX	↓ Costo de Capital	
Reservas	↑ Factor de recobro	↑ Factor de recobro
HSE	Fugas de gas ↓ Incidentes de seguridad ↓ Daño material ↓	Fugas de Petróleo ↓ Incidentes de seguridad ↓ Daño material ↓

Fuente: Elaboración propia (2022)

La estrategia estará centrada en la solución de los principales problemas que se presentan en las etapas de Desarrollo y Producción de las operaciones de petróleo y gas, de manera que impulsen a alcanzar los objetivos estratégicos de la compañía.

Luego de la definición de casos de uso, se priorizarán los proyectos con alineamiento directo a los objetivos de negocio, siendo este el primer filtro para su selección. Para la identificación y valoración de los casos de uso se recomienda, además del conocimiento del negocio, formular respuestas a las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Cuáles son los objetivos de negocio que quiero alcanzar?
- ✓ ¿Cuáles son los problemas que quiero ayudar a resolver?
- ✓ ¿Cuál es la necesidad que debe ser cubierta?

Adicionalmente, es importante analizar los factores clave de los procesos estratégicos, su variabilidad, riesgos asociados, beneficios esperados, así como una evaluación sobre los principales competidores del sector (*benchmarking*). Para la priorización de los casos de uso a implementar se usó una matriz de doble entrada donde se midió el valor agregado al negocio y el nivel de complejidad para su implementación; para lo cual se tuvo en cuenta los siguientes lineamientos:

Valor para el Negocio: se debe considerar si el valor a ser agregado será económico o estratégico. Para medir el impacto económico podemos usar, por ejemplo: inversión inicial, reducción en pérdidas, Valor Presente Neto (VPN), tiempo de repago de la inversión (*Payback*). Para medir el impacto estratégico se debe definir si esta implementación representa una palanca estratégica para la compañía, una ventaja competitiva o se puede también usar el criterio experto para brindar una valoración desde el punto de vista cualitativo.

Nivel de Complejidad: Refiere a la determinación de la dificultad de implementación. Se consideran variables como la probabilidad de éxito del modelo analítico o si la implementación requiere de cambios en los procesos actuales. Se considera también si se tiene el talento humano requerido y finalmente si se cuenta con la tecnología para escalar la solución a los niveles necesarios.

Para el Plan de Ejecución, se tuvo en cuenta la priorización de los casos de uso para la demostración del valor de los proyectos analíticos en la compañía. Asimismo, se revisó con el equipo ejecutor la mejor metodología para el gerenciamiento de proyectos. En algunos proyectos se propuso la metodología *waterfalls* y los que requieran de mayor interacción con el área usuaria serán gestionados a través de metodologías ágiles como SCRUM, donde para efecto de calidad y retroalimentación se nombrarán *Product Owners* que pertenezcan al negocio y que, con previa capacitación, puedan ayudar a asegurar que la solución se alinee a las necesidades del cliente interno final (áreas de producción y mantenimiento). Asimismo, se usarán técnicas de desarrollo de productos basadas en el conocimiento del proceso (*PO focal point*), talleres de colaboración y co-creación y técnicas especiales de prototipado (*Minimum Viable Product*).

Es recomendable lanzar un piloto con la finalidad de medir métricas de éxito, así como involucrar a los usuarios en la creación de la solución dentro de un entorno controlado, de esta forma se podrá detectar posibles riesgos de origen técnico, operativos o culturales, para lo cual deberemos elaborar un plan de mitigación de riesgos, teniendo en cuenta la probabilidad de ocurrencia y su impacto en el proyecto.

El escalamiento de las soluciones será considerado desde la implementación de los casos de uso, es decir la arquitectura a usarse será escalable (costo y facilidad), teniendo como responsables a los *Product Owners*, definiendo y controlando las métricas de evaluación e implementando talleres de revisión.

Para eficientizar la implementación de la estrategia de *Data & Analytics* de la compañía, es también importante conocer las buenas prácticas derivadas de iniciativas de digitalización en campo de petróleo y gas por diferentes compañías en el mundo. A continuación, en la Tabla 3 se resume los principales objetivos, las operaciones en donde fueron implementadas, los componentes y soluciones, las mejores prácticas, flujos de trabajo automatizados y finalmente los resultados operativos y económicos esperados.

Tabla 3 *Benchmark de implementación de iniciativas de digitalización de campos de Petróleo y gas a Nivel Mundial*

Visión y Objetivos	Operaciones aplicadas	Componentes y Soluciones de Producción	Mejores Prácticas	Mejores prácticas en Flujos de trabajo automatizados	Resultados operativos y económicos esperados
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maximizar la producción ▪ Minimizar y eliminar paros de producción ▪ Reducir fallas en pozos y equipos ▪ Reducir costos reduciendo supervisión manual e intervenciones ▪ Mejorar la confiabilidad y asegurar la calidad ▪ Mejora en la performance de HSE a través del monitoreo e intervenciones remotas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Optimización de Producción ▪ Optimización de Perforación ▪ Mantenimiento de equipos estáticos y rotantes ▪ Producción/Inyección de agua. ▪ Aseguramiento del cumplimiento de ventas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pozos con sistema SRP ▪ Pozos con sistema ESP ▪ Sistema de Compresión de Gas ▪ Monitoreo de equipos rotantes ▪ Monitoreo de integridad. ▪ Seguimiento en Tiempo real ▪ RTU/PLC con SCADA ▪ Sensores de fondo de pozo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Toma de decisiones “Real Time”. ▪ Centros de Colaboración ▪ Foco en las personas, los procesos y la tecnología ▪ Monitoreo de equipos de Compresión 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Q&C de datos ▪ Automatización de procesos ▪ Flujos de trabajo integrados (Datos y aplicaciones) ▪ Dashboard integrados de seguimiento y operaciones 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incremento en la eficiencia de producción. ▪ Reducción de pérdidas de producción ▪ Reducción de tiempos de parada por correctivos en equipos rotantes ▪ Incremento de Factor de recuperación ▪ Incremento de eficiencia del equipo de trabajo por reducción de tiempos de análisis. ▪ Reducción de costos e inversiones.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como consecuencia de una revisión de los principales procesos operativos del área de producción de petróleo y gas desde los pozos hasta los puntos de venta final, se requiere de la implementación de una infraestructura cuyas principales capas se dividen en:

- Instrumentación y medición
- Automatización y control
- Telecomunicaciones
- Adquisición de datos y control de supervisión (SCADA)
- Inteligencia de negocio (*workflows* automatizados y activos analíticos)

El estado actual de la infraestructura digital de OLYMPIC para cada una de las capas fue un primer *input* para la determinación de casos de uso, el cual es detallado en la Tabla 4.

Tabla 4 Evaluación de las capas de infraestructura digital de Olympic

Instalación/ Facilidad	Niveles de Digitalización (Capas)					
	Instrumentación	Automatización	Telecom	SCADA	Workflows Automatizados	Activos analíticos
Pozos de Gas	Computadores de flujo Datos de cabeza Sensores de fondo	RTUs y PLCs	No disponible (<10%)	No disponible (<10%)	No disponible (<10%)	No disponible (<10%)
Pozos de Petróleo (SRP)	Mediciones manuales	No disponible (<10%)	No disponible (<10%)	No disponible (<10%)	No disponible (<10%)	No disponible (<10%)
Pozos productores de Agua (ESP)	Sensores de fondo de Presión (P) y Temperatura (T)	Controlador ESP Controlador VSD	Conectados via Radioenlace	Conectados pero sin historizar datos	No disponible	No disponible
Compresores	Sensores de P y T y ROP en motor Sensores de P, T y ROP en Compresor	No disponible	Conectados	Conectados pero sin historizar datos	No disponible	Dashboards descriptivos Hojas Excel
Estaciones de venta de gas	Sensores de P y T Computadores de flujo Detectores de fuga de gas y fuego Válvulas automáticas	RTUs PLCs	Fibra óptica y Radioenlace	Conectados a SCADA y con historización	No disponible	Dashboards descriptivos

Fuente: Elaboración propia (2022)

5.1.2 Indicadores de medición de la estrategia

Como parte de la estrategia de *Data y Analytics* de la compañía, se han alineado los casos de uso y las iniciativas de digitalización a los principales objetivos operativos y estratégicos de la compañía orientados principalmente a la continuidad del negocio (eficiencia) y a la sostenibilidad del negocio, como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5 Indicadores de medición de la estrategia

Área	KPIs Producción de Gas	KPIs Producción de Petróleo
Producción	Producción Objetivo 30-35 MMSCFD ↓ Perdidas en 5%	↓Perdidas en 5%
Calidad	↑ confiabilidad > 90%	↓ NPT (Tiempos no Productivos)

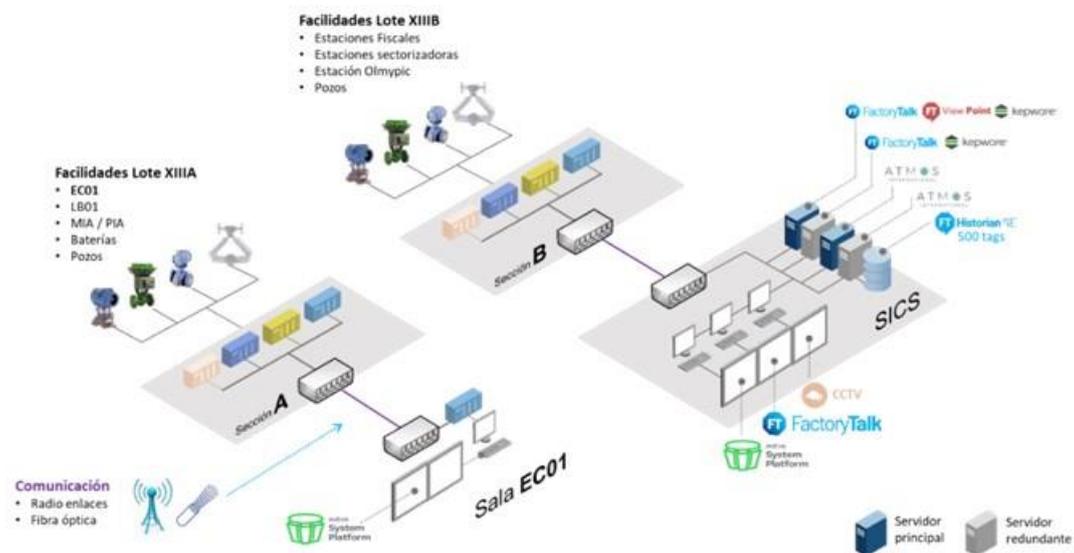
	↓ NPT	
Equipo de Trabajo	↑ Optimizar el equipo de campo ↑ Conocimiento del equipo de trabajo	
OPEX	↓ Costo de Producción en 5%	↓ Costo de Producción en 5 a 8%
CAPEX	↓ Costo de Capital en 5%	
Reservas	↑ Factor de recobro de 20 a 80%	↑ Factor de recobro de 10 a 15%
HSE	Fugas de gas ↓ (a 0%) Incidentes de seguridad ↓ y Daño material ↓	Fugas de Petróleo ↓ Incidentes de seguridad ↓ y Daño material ↓

Fuente: Elaboración propia (2022)

5.2 Definición del ecosistema de datos

Actualmente la compañía cuenta con una arquitectura que está recibiendo datos de sensores ubicados en el campo y en sus pozos. Sin embargo, solo el 20% de la data es transmitida en tiempo real mediante un sistema SCADA mostrado en la Figura 18.

Figura 18 *Arquitectura de Datos actual de la compañía*

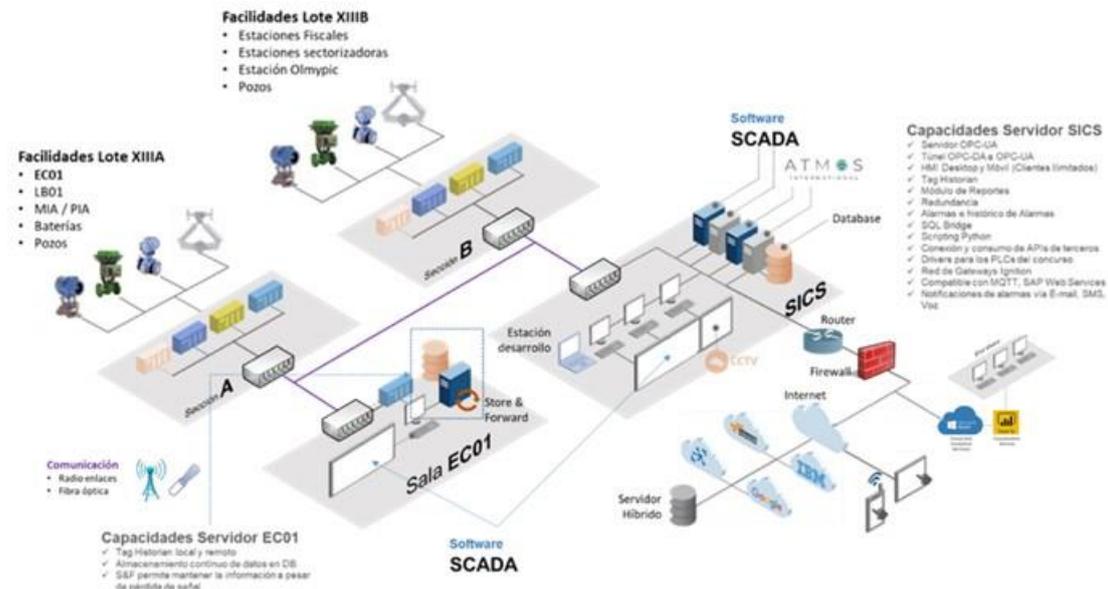


Fuente: Elaboración propia (2022)

Con la finalidad de explotar idóneamente la data que se viene generando en los diferentes activos de campo, se plantea la migración a una nueva plataforma, que integre los dos campos (Petróleo y Gas) a través de un sistema SCADA de nueva generación con una base de datos más amigable (lenguaje SQL) y con una infraestructura que permita el escalamiento a bajo costo e integración

con todos los sistemas en campo. Es así como en la Figura 19 se muestra el esquema propuesto de arquitectura de datos conceptual.

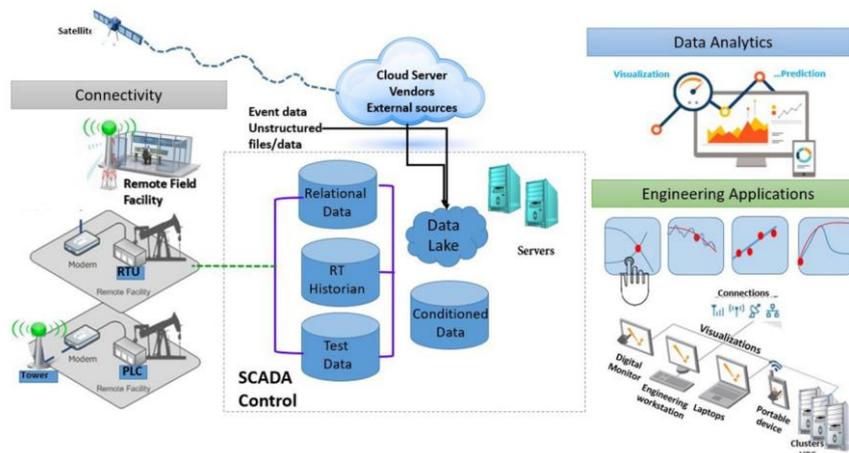
Figura 19 *Arquitectura de Datos Propuesta*



Fuente: Elaboración propia (2022)

Con la implementación de esta arquitectura se busca integrar los datos que se están generando en el campo cerca de los activos (pozos, oleoductos, medidores, equipos rotantes, etc.) y transmitirlos en tiempo real, ya sea por fibra óptica o por sistemas *gateway* (radioenlace) de baja frecuencia, para luego realizar la ingesta en el sistema SCADA seleccionado, integrando esta y otra data de campo (estructurada y no estructurada) en diferentes *Data Marts* y un único *Data Lake*. En estos componentes es donde se efectuarán procesos de limpieza de datos para su posterior consumo a través de las aplicaciones de ingeniería requeridas para la solución de los diferentes problemas operativos. Finalmente, se obtendrá un ecosistema de datos robusto que puede permitir la máxima captura de valor para la organización (ver Figura 20).

Figura 20 Ecosistema de Datos propuesto por implementar



Fuente: Carvajal, Marko y Cullick (2018).

5.3 Definición del capital humano

Dentro de la evaluación inicial de las capacidades analíticas de OLYMPIC, se verificó como punto más débil el asociado al capital humano. Como estrategia general para el desarrollo de capacidad en todos los niveles organizacionales, se deberán tener en cuenta los siguientes pasos:

- Identificar habilidades a desarrollar en la alta dirección, y las áreas de operaciones y mantenimiento de la compañía, donde se van a desarrollar los casos de uso prioritarios.
- Establecer una academia para fortalecer las habilidades de datos, analítica y difusión en el negocio. Esto aplicará para el equipo nuevo de gestión de datos y para el personal de negocio.
- Implementar un plan de comunicaciones que use ejemplos y evoque historias a través de campañas de concientización, para enseñar e inspirar a otros sobre cómo sacar el máximo provecho de los datos. Esto con el objetivo de difundir el valor de la analítica en toda la organización.
- Por último, será importante medir avances periódicos de los indicadores de éxito de este plan de desarrollo de capacidades y buscar la mejora continua.

En cuanto a la estructura organizacional, esta debería ser revisada e incluir un equipo de gestión de datos liderada por un CDO (*Chief Data Officer*), que contribuya en la dirección del gobierno, gestión y arquitectura de datos de la compañía. Asimismo, se llevará el plan de desarrollo de capacidades antes descrito y empoderar a los jefes actuales de operaciones y mantenimiento para que puedan llevar a cabo los casos de negocios con un enfoque en *analytics* y puedan liderarlos como *Product Owners* de forma apropiada.

Como parte del nuevo equipo de datos que pasarán a integrar la estructura de OLYMPIC, se tendrán los siguientes perfiles con el organigrama propuesto en la Figura 21.

Data Analyst:

- ✓ Analizar la estadística descriptiva de la información que se obtengan de los sensores y demás sistemas de OLYMPIC.
- ✓ Comunicar resultados con el equipo usando *Data Visualization*,
- ✓ Trabajar con el equipo de operaciones (*Product Owner*) para entender los requerimientos del negocio, en cuanto al tratamiento de los datos.

Data Engineer:

- ✓ Desarrollar, construir y mantener las arquitecturas de datos de la organización.
- ✓ Liderar las pruebas de las plataformas de datos a gran escala.
- ✓ Proveer recomendaciones para la mejora de la calidad y la eficiencia de data.

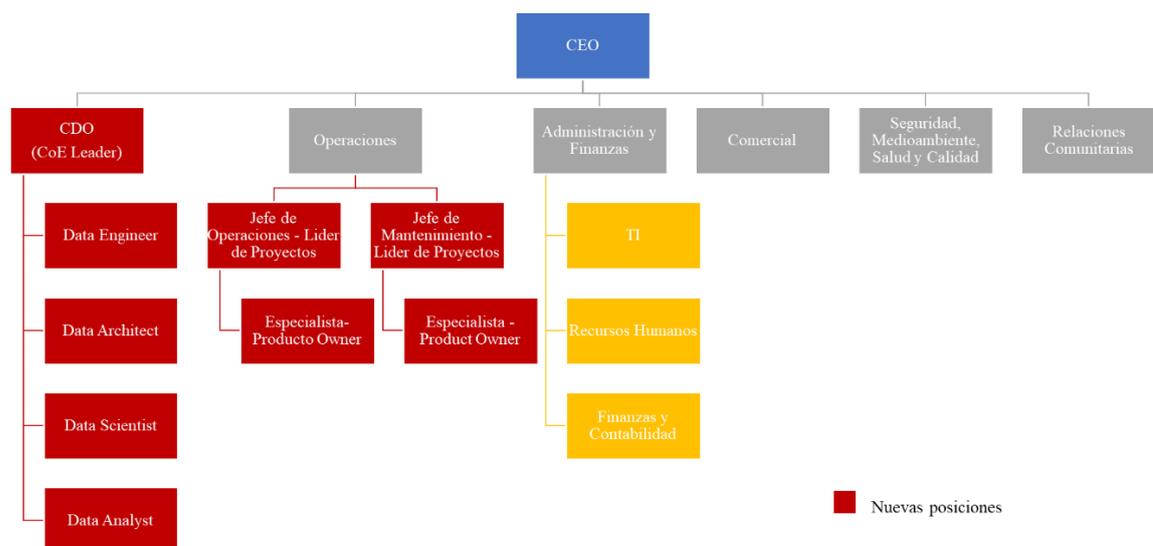
Data Scientist:

- ✓ Implementación de las herramientas de *Machine Learning* para proyecciones y clasificar patrones en la data, dentro de los nuevos casos de uso que van a ser priorizados.
- ✓ Será el nexo entre el equipo de operaciones y el de gestión de datos de OLYMPIC. Por ello, se valora mucho el desarrollo de habilidades comunicativas en este perfil.

Data Architect:

- ✓ Definición de la arquitectura tecnológica que debe soportar el proceso de *Data & Analytics*.
- ✓ Realizar conexiones, flujos de datos y procesos ETL.
- ✓ Gobernanza de datos y documentación.

Figura 21 Organigrama propuesto (TO BE)



Fuente: Elaboración propia (2022)

Comité de aprobaciones de proyectos y gobierno de datos:

Será necesario también incorporar un comité interdisciplinario (ver Figura 22), compuesto por altos ejecutivos que permitan:

- ✓ Aprobar proyectos y priorizarlos dentro del portafolio, así como medir los resultados que estos estén entregando.
- ✓ Aprobar los presupuestos para llevar a cabo las iniciativas relacionadas a mantener un buen Gobierno de Datos.
- ✓ Aprobar las nuevas políticas y estándares en cuanto a analítica y gobierno de datos dentro de OLYMPIC.

Figura 22 Estructura del Comité de Aprobación de Proyectos



Fuente: Elaboración propia (2022)

5.4 Definición del portafolio de activos analíticos

El proyecto plantea una serie de soluciones de negocio que estarán soportadas por una infraestructura de activos, permitiendo así gestionar la estrategia de data y analítica en la organización. Cada componente tiene un propósito específico a lo largo de todo el ecosistema, respondiendo a distintas necesidades en la administración de los flujos de datos de la compañía. De acuerdo con el diseño de la solución propuesta para OLYMPIC, se consideraron los siguientes activos analíticos:

5.4.1 Modelo de Machine Learning – Redes Neuronales

Como se ha mencionado en anteriores capítulos, el sistema de producción y distribución de gas y petróleo cuenta con una infraestructura que se compone por bombas, compresores, generadores, motores y maquinaria en general. Estos componentes generan datos de comportamiento de manera continua, transmitidos a través de los *Programmable Logic Controller (PLC)* o *Remote Terminal Unit (RTU)* de cada dispositivo y almacenados localmente en campo. Estos son los flujos de datos que tienen que alimentar de manera constante al modelo de *Machine Learning* a desarrollar. Dada la especificación del problema a resolver, se contempla un algoritmo de Redes

Neuronales por cada tipo de evento o contingencia de un componente físico que es requerido medir dada su importancia en el funcionamiento global del sistema.

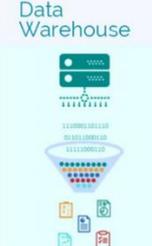
El modelo permitirá identificar con anticipación potenciales fallas en los componentes según los patrones de comportamiento en distintos periodos de tiempo y el registro histórico de incidencias. Para tales efectos, cada modelo será alimentado por datos de comportamiento, evaluándose en primera instancia la correlación de las variables expuestas con la activación del evento y luego un proceso de entrenamiento para elaborar los supuestos. Asimismo, el modelo estará en constante aprendizaje dado que el flujo de datos es continuo, entregando así mejores resultados en cada iteración.

5.4.2 Data Lake

Con la ingente cantidad de datos que serán transmitidos en tiempo real a las fuentes de almacenamiento en distintas formas y formatos, es requerida una tecnología que permita recibir libremente esta información para luego estructurarla, procesarla y exponerla para etapas de análisis subsiguientes. Para tales efectos, OLYMPIC deberá obtener licenciamiento para el uso de un *Data Lake* como un componente tecnológico, en vista que se recibirán todos los datos emitidos por los equipos de la red.

Como se muestra en la Figura 23, el modelo de *Data Lake* está en la capacidad de recibir todo tipo de datos (estructurados y no estructurados), a diferencia de un *Data Warehouse* que solo logra gestionar data estandarizada previamente, no teniendo la capacidad de recibirla de manera continua (*streaming*), limitando así la velocidad de procesamiento siendo el principal impedimento para el aprovechamiento de tecnologías de *IoT*.

Figura 23 Comparativa *Data Warehouse* versus *Data Lake*

	Data Lake	Data Warehouse	
<p>Beneficios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No hay necesidad de descartar datos - Puede nutrir a diversos usuarios de una empresa - Se adapta fácilmente a los cambios - Al poder integrarse tipos de datos muy distintos, se puede realizar todo tipo de análisis - Permite fácilmente agregar nueva data <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No está pensado para acceder a los datos de manera performante - Cada vez que se requieren datos, hay que transformarlos y curarlos para el uso que se les quiera dar - Demanda invertir en generar estándares de buenas prácticas a nivel organizacional 	 <p>Se almacena toda la información independientemente de la fuente y su estructura.</p> <p>Funciona como un "repositorio" de datos estructurados, semi-estructurados y no-estructurados.</p> <p>Se define el esquema de la data después de su almacenamiento, al momento de ser usada.</p> <p>Usa el proceso extracción-carga-transformación.</p> <p>Ideal para hacer todo tipo de análisis en profundidad.</p>	 <p>Se almacena información, proveniente de sistemas transaccionales, que pasa por un proceso de normalización y transformación.</p> <p>Se combinan tecnologías para recopilar y gestionar datos procedentes de distintas fuentes (suelen almacenarse de manera estructurada).</p> <p>Se define el esquema antes del almacenamiento y antes de su uso.</p> <p>Usa el proceso extracción-transformación-carga.</p> <p>Ideal para usuarios operacionales.</p>	<p>Beneficios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La data está lista para ser usada - Buena performance en el acceso a los datos - La mayoría de los usuarios de una empresa son operacionales, data warehouse es ideal para ellos - Es muy adecuado para generar reportes y métricas <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mayores costos de almacenamiento, lo que implica pensar bien qué data es realmente necesaria - No es flexible a cambios - Demanda inversión de tiempo antes del almacenamiento para decidir esquemas, formatos y casos de uso

Fuente: Curso Metodologías de Gerenciamiento de Proyectos (2022)

Con la aplicación de esta tecnología, la organización captará una serie de beneficios, entre los cuales estará en la posibilidad de eliminar los silos de datos. Si bien el proyecto abarca únicamente la producción de gas y petróleo, eventualmente todas las unidades de negocios deberían direccionar su gestión de datos al *Data Lake*. Asimismo, esta transmisión de datos será en tiempo real y sin necesidad de un tratamiento previo, dejando esta última gestión a procedimientos a posteriori, abstrayendo así de la complejidad en una primera instancia. En resumen, desde el *Data Lake* nacen todos los procesos de *Data Science*, *Machine Learning* y *Data Analytics*, integrándose a los servicios *on-premise* y *real-time* de la organización.

5.4.3 Dashboards Analíticos

Los datos del comportamiento de todo el sistema de producción, así como las alertas tempranas gestionadas por el algoritmo de predicción y detección de anomalías, serán visualizados a través de tableros analíticos desarrollados en Power BI, principalmente por la experiencia de algunos miembros del equipo en el uso de esta herramienta y por su facilidad de integración y despliegue.

Para tales efectos, se gestionarán tableros que engloban la problemática a cubrir sobre los equipos físicos y su comportamiento. El diseño de cada tablero responde a las variables de entrada que se obtienen del equipo en cuestión, habiéndose previamente definido las métricas de control correspondiente que agregan valor al usuario y exponiéndolas en una interfaz que permita mostrar tendencias, valores atípicos, anomalías sistémicas y predicción de cada evento que gatilla una falla y que, a su vez afecta, el funcionamiento un equipo específico. Se creará un grupo de tableros para cada tipo de equipo que condicione el funcionamiento de todo el sistema:

- ✓ Compresor de gas: Envío de gas a presión al sistema de producción neumático.
- ✓ Generador eléctrico: El 30% de los equipos de producción funcionan con electricidad.
- ✓ Pozos con sistema ESP: Pozos que funcionan con un sistema de levantamiento artificial de fluidos donde se convierte la energía provista por un motor eléctrico en energía centrífuga para levantamiento de fluidos.
- ✓ Pozos con sistema SRP: Pozos que usan un sistema de bombas mecánicas de balancín.
- ✓ Ductos / tuberías: Líneas por donde se transporta la mezcla de petróleo, gas y agua.

Los usuarios podrán no solo evaluar el funcionamiento del sistema, sino también, y más importante, identificar las alertas ante eventos que conlleven a una parada productiva, de modo que se pueda tomar una acción oportuna.

5.5 Definición del Plan de Gobierno y Calidad de Datos

Para el caso de OLYMPIC se tomó el *framework* brindado por la *Data Management Association* (2017) para la puesta en marcha de un Plan de Gobierno y Calidad de Datos. Para la elaboración de dicho plan, se tuvieron en cuenta actividades de planeamiento, control y operación (ver Figura 24).

Figura 24 *Plan de Implementación de Gobierno de Datos*



Fuente: Adaptado de Data Management Association (2017).

Dentro los principales entregables del plan se contempla la estrategia del gobierno de datos, la política de gobierno de datos, el glosario del negocio, un plan de comunicaciones y buenas prácticas de madurez del dato. A continuación, en la Tabla 6 se detallan las actividades que van a ser parte de la implementación del gobierno de datos finalizando con su integración a OLYMPIC.

Tabla 6 Cronograma de Implementación del gobierno y calidad de datos

Actividad	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2
Definir el gobierno de datos para la organización	█					
Desarrollar la estrategia de gobierno de datos.						
Evaluación Inicial						
Alineamiento al Negocio						
Desarrollo Organizacional						
Definir la estrategia de gobierno de datos		█	█			
Definir el Framework operativo						
Desarrollar las metas, principios y políticas						
Suscribir los proyectos de gestión de data						
Involucrar la gestión del cambio						
Involucrar la gestión de problemas						
Evaluar los requerimientos regulatorios de Compliance.						
Implementar el gobierno de datos				█	█	
Implementación del gobierno de datos						
Aprobación y difusión de los estándares y procedimientos para la data						
Desarrollar un glosario de negocio						
Coordinar con los grupos de arquitectura.						
Apoyo en la evaluación de los datos						
Integrar el gobierno de datos					█	█

▲
1/1/2023

Fuente: Elaboración propia (2022)

El plan de implementación está conformado por 4 etapas: i) Definir el gobierno de datos, ii) Definir la estrategia del gobierno de datos, iii) Implementar el gobierno de datos y iv) Integrar el gobierno de datos

i. Definir el gobierno de datos

La determinación del gobierno de datos va de la mano con la misma estrategia de la organización, sus capacidades, expectativas, metas y visión futura. Las necesidades de OLYMPIC serán las que determinarán la gestión de los datos y cómo estos alimentan a su propósito, responsabilizando no solo a las nuevas áreas especializadas en datos sino a toda la organización y su capacidad de adherir el cambio en su operativa. En este punto también se realizará una evaluación inicial de las capacidades, la madurez y la eficacia de la administración de la información, identificando los beneficios esperados en cada fase del plan.

ii. Definir la estrategia del gobierno de datos

Para elegir el *framework* operativo que va a permitir llevar a cabo la estrategia, hay ciertas consideraciones que se van a tener en cuenta:

- ✓ *Valor de la data en la organización:* Especifica el nivel de aporte de la data en los objetivos de negocio.

- ✓ *Modelo de negocio:* Cómo es afectado el modelo de negocio (extracción y producción) en escenarios de uso de datos y analítica.
- ✓ *Factores culturales:* Determinación del impacto cultural del cambio en los trabajadores.
- ✓ *Impacto de la regulación:* OLYMPIC tiene importantes requerimientos legales, de seguridad, con la comunidad y con el Estado.

iii. Implementar el gobierno de datos

Para que OLYMPIC pueda implementar el gobierno de datos dentro de la organización, será indispensable tener en cuenta los siguientes puntos:

- ✓ Definir los procedimientos necesarios para alcanzar los objetivos previstos.
- ✓ Implementar un glosario de negocio y documentar la terminología y nuevos estándares.
- ✓ Alinear la estructura de datos de la empresa con la estructura del negocio y optimizar el entendimiento de la información.
- ✓ Asignación de un valor financiero a los datos para efectos de control y seguimiento.

iv. Integrar el gobierno de datos

Una vez que el programa de gobierno de datos ya haya logrado el objetivo de integración en una serie de actividades de la organización, será necesario hacer sostenible este éxito mediante una mejora continua y constante adaptación a las nuevas necesidades de OLYMPIC. Entendiéndose así que la gestión de datos pasa a ser un elemento central de la organización.

Otro elemento relevante en la estrategia de gobierno de datos refiere a la calidad del insumo básico sobre el cual se gobernará. De acuerdo con lo indicado en el DAMA Book (Data Management Association, 2017), se deben dar las siguientes actividades:

- ***Definir lo que significa los datos de alta calidad***

Dentro del comité que estará encargado de la gestión de datos en OLYMPIC, será importante en primera instancia definir qué se va a entender en la organización como "datos de alta calidad", es decir qué criterios debe tener un dato para considerarse aceptable.

- ***Entender y priorizar las necesidades del negocio***

El equipo de gestión de datos de OLYMPIC llevará a cabo entrevistas con los principales *stakeholders* para identificar aquellos puntos de dolor al momento de hacer uso de los datos y los principales drivers del negocio.

- ***Identificar la data crítica:***

OLYMPIC deberá enfocarse en seleccionar la data crítica que está asociada a requerimientos regulatorios, valor financiero e impacto directo a los consumidores. Será

necesario clasificar la data para que el equipo encargado de calidad pueda enfocar sus esfuerzos.

- **Realizar una evaluación inicial de la calidad del dato**

Se empezará con un proceso de evaluación inicial de la data dentro de la organización, para poder establecer una línea base que permita ver el progreso de los trabajos a realizarse.

- **Priorizar y gestionar los problemas**

La priorización de los hallazgos es clave para una entrega de valor oportuna al momento de plantear una solución a los problemas encontrados.

- **Medir, monitorear y reportar la calidad de la data**

Es importante tener en consideración que la mejoras en la calidad de los datos sean medibles en términos de valor. En el caso de OLYMPIC se deberá lograr evaluar cómo se ha mejorado la eficiencia en la operación, producto de un mantenimiento adecuado de los estándares de calidad definidos.

Por último, el equipo de gestión de datos debe buscar la mejora continua en la gestión de datos de calidad y repetir este ejercicio iterativamente, priorizando aquellos proyectos que generan mayor valor y sean más factibles.

5.6 Presupuesto de la solución

Para la implementación de los casos de usos seleccionados se estima un costo total de **USD 99,220** este presupuesto considera la adquisición de equipos de comunicación tipo *Gateway* para envío de información al sistema SCADA. La Tabla 7 muestra el costo total presupuestado para cada caso de uso:

- ✓ Costo de personal 01 *Data Engineer* y 01 *Data Scientist* por los meses de ejecución.
- ✓ Costo almacenamiento, ingesta y consulta de datos en nube.

Tabla 7 Presupuesto estimado para Casos de Uso

	Compresores	Pozos SRP	Pozos ESP
	Monto (USD)		
Costo Total	-21,740.00	-51,740.00	-24,740.00

Fuente: Elaboración propia (2022)

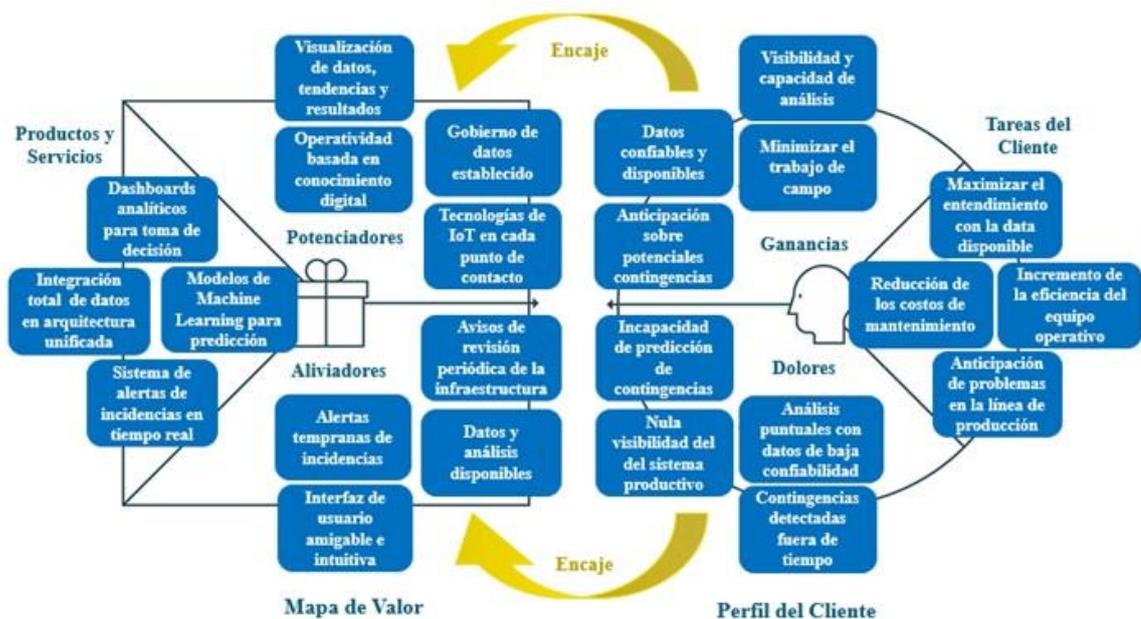
5.7 Revisión de la solución

El valor que busca entregar el proyecto está enfocado minimizar el trabajo operativo de revisión total de la red de producción y distribución mediante una visión global de toda contingencia operativa, así como cultivar la capacidad predictiva para efectos de mantenimiento preventivos.

5.7.1 Mapa Problema - Solución

Para la diagramación de los dolores que se plantean atacar, se presenta un Mapa de Propuesta de Valor (ver Figura 25) de la rama de *Design Thinking*, en el cual se enumerarán las diversas dificultades que aquejan a los equipos de trabajo de OLYMPIC, sus deseos respecto a la situación actual y cómo la propuesta ofrece una respuesta innovadora a dichas necesidades.

Figura 25 Mapa de propuesta de valor



Fuente: Elaboración propia (2022)

El mapa de propuesta de valor está compuesto por los siguientes elementos:

- ✓ **Tareas del cliente:** Son las acciones que el cliente intenta realizar en su día a día.
- ✓ **Ganancias:** Representan el beneficio que el usuario desearía obtener.
- ✓ **Dolores:** Dificultades que el usuario se encuentra en aspectos laborales o personales.
- ✓ **Potenciadores:** Describen cómo el producto o servicio crea alegrías para el cliente.
- ✓ **Aliviadores:** Especifica de qué manera el producto o servicio alivia frustraciones.

- ✓ **Productos y servicios:** Representa un producto o servicio que responde a los potenciadores y aliviadores.

Con la información recopilada de los trabajadores y directivos de OLYMPIC, se aterrizaron todas las características del problema que se busca resolver a través de las iniciativas de transformación digital. Sobre estas, se plantean funciones que aporten a la problemática (aliviadores) y otras que potencien los deseos del usuario (potenciadores). Teniendo claro el panorama sobre los requerimientos que debe de cumplir el entregable es que se da forma a la estrategia. Finalmente, todo es contrastado con el cliente para determinar el nivel de aceptación de la propuesta, siendo este satisfactorio y considerándose un encaje entre el perfil del cliente y el mapa de valor de la solución.

5.7.2 Nivel de madurez objetivo para la organización en data analytics

De acuerdo con los resultados expuestos en el *Data Maturity Assessment*, se considera que OLYMPIC está situado en el nivel de *Data Informed*, existiendo ya un cierto aprovechamiento de la data para la toma de algunas decisiones de negocio, aún de forma muy mecánica, con silos de información y sin un gobierno de datos establecido. En ese sentido, OLYMPIC ha desarrollado una versión base de analítica descriptiva (ver Figura 26), al lograr presentar un entendimiento situacional aislado asociado a la maquinaria de la red. Asimismo, este se convierte en el punto de partida para potenciar las capacidades de la organización, obtener el valor necesario de los datos y traducir los resultados en un constante ahorro de costos.

Figura 26 Niveles de madurez en Data y Analytics



Fuente: decide4AI (2019)

El proyecto brindará la capacidad de predecir eventos, llevando a OLYMPIC a un nivel de analítica predictiva. Habiendo adoptado este nivel, la organización estará en la capacidad de

predecir el deterioro de la maquinaria, infraestructura y en general cualquier anomalía en el sistema de producción y distribución de petróleo y gas.

CAPÍTULO VI. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

6

6.1 Cartera, Definición y Justificación de proyectos clave

En la siguiente tabla se describe en detalle la definición de cada proyecto clave, su justificación desde el análisis de las necesidades del negocio:

Tabla 8 Cartera de Proyectos Clave

Item	Problema	Negocio	Descripción	Motivo: Porque?	Costo Perdido (USD)	Área	Impacto sobre P&L	Complejidad	Posible solución
1	Paradas no previstas en sistema de compresión	Oil&Gas	Perdidas de producción de Petróleo y ventas de gas por paradas debido a daños no identificados a tiempo generando mantenimientos correctivos	Los compresores son el corazón del sistema que envía gas a presión al sistema de producción neumático, estos están sensorizados, pero no se tienen modelos predictivos de fallas, por lo que los mantenimientos vienen siendo correctivos y preventivos. La parada de este sistema implica la parada del 50% de la producción de campo	La producción del campo es 2,000 bopd, mas o menos el 50% de la producción es por sistema neumático lo que representa 42 Bls de petróleo por hr	Mantenimiento	Alto	media	transmisión de variables en tiempo real, dashboard de variables de comportamiento y alarmas. Machine learning para Mantenimiento predictivo
2	Paradas no previstas en sistema de generación eléctrica	Oil&Gas	Perdidas de producción debido a parada de equipos de producción eléctricos, por fallos en el suministro a causa de paradas por fallas de motores y generadores o de las LMT	El sistema de generación eléctrica puede fallar en sus diferentes componentes, motores, generadores y LMT, el 30 % de los equipos de producción funcionan con electricidad por lo que paradas en este sistema implica paradas en la producción y ventas	La producción del campo es 2,000 bopd, mas o menos el 30% de la producción es por sistema neumático lo que representa 25 Bo por hr	Mantenimiento	Alto	Media	Machine learning para Mantenimiento predictivo
3	Paradas continuas en pozos de agua con sistema ESP	Oil	Perdidas de producción de agua asociada a fallas en equipos de subsuelo y de superficie no detectadas a tiempo	Los pozos con sistema de producción ESP tienen equipos de fondo (motor y cables) que pueden fallar por diferentes causas estos equipos son alimentados de corriente por un generador en superficie que ofrece poca confiabilidad por lo que estas oscilaciones de corriente afectan a los equipos de fondo	La producción asociada es de 300 bopd es decir 12.5 Bo por hr. Adicional al costo de intervención recurrente de 20,000 USD por intervención	Pozos	Medio	media	transmisión de variables en tiempo real, dashboard de variables de comportamiento y alarmas y Machine learning para mantenimiento predictivo y detección de anomalías
4	Paradas continuas en pozos productores con sistema SRP	Oil	Perdidas de producción de petróleo por fallas en el sistema de levantamiento de fondo o por ineficiencia de los equipos de levantamiento debido a malas condiciones operativas, lo cual podría generar paradas total del sistema	Los pozos con sistema SRP tienen equipos móviles en fondo (bomba y varillas) que pueden fallar dependiendo de las condiciones de operación o de las condiciones del pozo debido a fatiga y desgaste	La producción asociada a estos pozos es de 500 bopd es decir 20.8 por hr. Adicional al costo de intervención recurrente de 12,000 USD por intervención	Pozos	Alto	baja	transmisión de variables en tiempo real. Detección de anomalías con datos de sistema Pump Off
5	Optimización de ventas de gas	Gas	actualmente se cuenta con 10 contratos de venta de gas con diferentes clientes con diferentes precios y condiciones comerciales, así como obligaciones de consumo mínimo y de suministro mínimo, con la finalidad de incurrir en penalidades y de maximizar el ingreso por ventas se requiere de un sistema que diariamente revise la capacidad de entrega y alerte de algún posible incumplimiento	reducir probabilidades de penalidades por incumplimiento de contratos, garantizar compromisos, maximizar los ingresos por ventas ya que se puede priorizar la venta a un cliente con mas precio	ND	Operaciones	Alto	Alta	Optimización de operaciones

Fuente: Elaboración propia (2022)

6.2 Business case de proyectos claves

6

6.1

6.2

6.2.1 Sistema de Compresión de Gas

- ✓ Descripción del Problema: Pérdidas en la producción de petróleo y ventas de gas por paradas debido a daños no identificados a tiempo, generando mantenimientos correctivos.
- ✓ Motivo (¿Por qué?): Los compresores son el corazón del sistema que envía gas a presión al sistema de producción neumático. Estos están sensorizados, pero no se tienen modelos predictivos de fallas, por lo que los mantenimientos vienen siendo correctivos. La parada de este sistema implica la parada del 50% de la producción de campo.
- ✓ Costo Perdido (\$): La producción del campo es 2,000 bopd, aproximadamente el 50% de la producción es por sistema neumático lo que representa 42 barriles de petróleo por hora.
- ✓ Posible Solución: Transmisión de variables en *streaming*, *Machine Learning* para predicción de eventos de para, *dashboard* de variables de comportamiento y alarmas en tiempo real.
- ✓ Beneficio esperado tiene un valor actualizado neto de USD 56,609.3, como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9 Flujo de caja libre y parámetros económicos - Caso de uso: Sistema de Compresión de Gas

Costo de equipos		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ítems	Descripción					
1	Equipos gateway firewall 500	-3,000.00				
2		0.00				
3		0.00				
4		0.00				
Costo de Equipos(USD)		0.00				
		-3,000.00				

Costo de Personal y Datos		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ítems	Descripción					
1	1 Data Engineer	-8,000.00				
2	1 Data Scientics	-9,000.00				
3						
4						
5	Servicio de Nube (Consultas)	-50.00	-60.00	-60.00	-60.00	-60.00
6	Análisis de datos (Almacenamiento)	-200.00	-240.00	-240.00	-240.00	-240.00
7	Ingesta de datos	-50.00	-60.00	-60.00	-60.00	-60.00
Costo de Personal y Datos(USD)		-17,300.00	-360.00	-360.00	-360.00	-360.00

Ingresos por Ahorros		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ítems	Descripción					
1	Ahorro por cortes de energía	20,000.00				
2	Ahorro por horas de personal	4,500.00	9,000.00	9,000.00	9,000.00	9,000.00
3	Ahorro por recupero de producción	5,400.00	10,800.00	10,800.00	10,800.00	10,800.00
Ingresos por Ahorros (USD)		29,900.00	19,800.00	19,800.00	19,800.00	19,800.00

Costos Totales (USD)		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
		-20,300.00	-360.00	-360.00	-360.00	-360.00

Profit (USD)		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
		9,600.00	19,440.00	19,440.00	19,440.00	19,440.00

	Monto (USD)
Costo Total	-21,740.00
Ahorro Total	109,100.00
Valor Esperado	87,360.00

ROI	4.0
VPN	56,609.37

Fuente: Elaboración propia (2022)

6.2.2 Pozos de Agua con Sistema ESP

- Descripción del Problema: Perdidas de producción de agua asociada a fallas en equipos de subsuelo y de superficie no detectadas a tiempo, que generan perdidas de producción de petróleo y agua en pozos respuesta a la inyección
- Motivo (¿Por qué?): Los pozos con sistema de producción ESP tienen equipos de fondo (motor y cables) que pueden fallar por diferentes causas. Estos equipos son alimentados de corriente por un generador en superficie que ofrece poca confiabilidad por lo que estas oscilaciones de corriente afectan a los equipos de fondo
- Costo Perdido (\$): La producción asociada es de 300 *bopd* es decir 12.5 *Bo* por hora. Adicional al costo de intervención recurrente de USD20,000 por cada evento.
- Posible Solución: Transmisión de variables en tiempo real, dashboard de variables de comportamiento y alarmas y Machine learning para mantenimiento predictivo y detección de anomalías

- Beneficio esperado tiene un valor actualizado neto de USD 128,901.86, como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10 Flujo de caja libre y parámetros económicos - Caso de Uso: Pozos de agua con ESP

Costo de equipos		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ítems	Descripción					
1	Equipos gateway firewell 500	-3,000.00				
2		0.00				
3		0.00				
4		0.00				
Costo de Equipos(USD)		0.00				
		-3,000.00				

Costo de Personal y Datos		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ítems	Descripción					
1	1 Data Engineer	-8,000.00				
2	1 Data Scientics	-12,000.00				
3						
4						
5	Servicio de Nube (Consultas)	-50.00	-60.00	-60.00	-60.00	-60.00
6	Análisis de datos (Almacenamiento)	-200.00	-240.00	-240.00	-240.00	-240.00
7	Ingesta de datos	-50.00	-60.00	-60.00	-60.00	-60.00
Costo de Personal y Datos(USD)		-20,300.00	-360.00	-360.00	-360.00	-360.00

Ingresos por Ahorros		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ítems	Descripción					
1	Ahorro por no intervención	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00
2	Ahorro por horas de personal	13,500.00	27,000.00	27,000.00	27,000.00	27,000.00
3	Ahorro por recupero de producción	3,600.00	7,200.00	7,200.00	7,200.00	7,200.00
Ingresos por Ahorros (USD)		32,100.00	49,200.00	49,200.00	49,200.00	49,200.00

Costos Totales (USD)	-23,300.00	-360.00	-360.00	-360.00	-360.00
------------------------------	-------------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Profit (USD)	8,800.00	48,840.00	48,840.00	48,840.00	48,840.00
----------------------	-----------------	------------------	------------------	------------------	------------------

	Monto (USD)
Costo Total	-24,740.00
Ahorro Total	228,900.00
Valor Esperado	204,160.00

ROI	8.3
VPN	128,901.86

Fuente: Elaboración propia (2022)

6.2.3 Pozos de Petróleo con Sistema SRP

- Descripción del Problema: Pérdidas de producción de petróleo por fallas en el sistema de levantamiento de fondo o por ineficiencia de los equipos de levantamiento debido a malas condiciones operativas, lo cual podría generar paradas totales del sistema.
- Motivo (¿Por qué?): Los pozos con sistema SRP tienen equipos móviles en fondo (bomba y varillas) que pueden fallar dependiendo de las condiciones de operación o de las del pozo debido a fatiga y desgaste.
- Costo Perdido (\$): La producción asociada a estos pozos es de 500 *bopd* es decir 20.8 *Bo* por hora. Adicional al costo recurrente de USD12,000 por intervención.

- Posible Solución: Transmisión de variables en tiempo real para captura de datos y predicción mediante algoritmos de *Machine Learning*, para detección de anomalías con datos de sistema *Pump Off*.
- Beneficio esperado tiene un valor actualizado neto de USD 44,638.4, como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11 Flujo de caja libre y parámetros económicos - Caso de Uso: Pozos de petróleo con Sistema SRP

Costo de equipos		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ítems	Descripción					
1	Equipos gateway firewall 500	-30,000.00				
2		0.00				
3		0.00				
4		0.00				
Costo de Equipos(USD)		0.00				
		-30,000.00				

Costo de Personal y Datos		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ítems	Descripción					
1	1 Data Engineer	-8,000.00				
2	1 Data Scientics	-12,000.00				
3						
4						
5	Servicio de Nube (Consultas)	-50.00	-60.00	-60.00	-60.00	-60.00
6	Análisis de datos (Almacenamiento)	-200.00	-240.00	-240.00	-240.00	-240.00
7	Ingesta de datos	-50.00	-60.00	-60.00	-60.00	-60.00
Costo de Personal y Datos(USD)		-20,300.00	-360.00	-360.00	-360.00	-360.00

Ingresos por Ahorros		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ítems	Descripción					
1	Ahorro por cortes de energía	0.00				
2	Ahorro por horas de personal	13,500.00	27,000.00	27,000.00	27,000.00	27,000.00
3	Ahorro por recupero de producción	1,800.00	3,600.00	3,600.00	3,600.00	3,600.00
Ingresos por Ahorros (USD)		15,300.00	30,600.00	30,600.00	30,600.00	30,600.00

Costos Totales (USD)		-50,300.00	-360.00	-360.00	-360.00	-360.00
------------------------------	--	-------------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Profit (USD)		-35,000.00	30,240.00	30,240.00	30,240.00	30,240.00
----------------------	--	-------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

	Monto (USD)
Costo Total	-51,740.00
Ahorro Total	137,700.00
Valor Esperado	85,960.00

ROI	1.66
VPN	44,638.74

Fuente: Elaboración propia (2022)

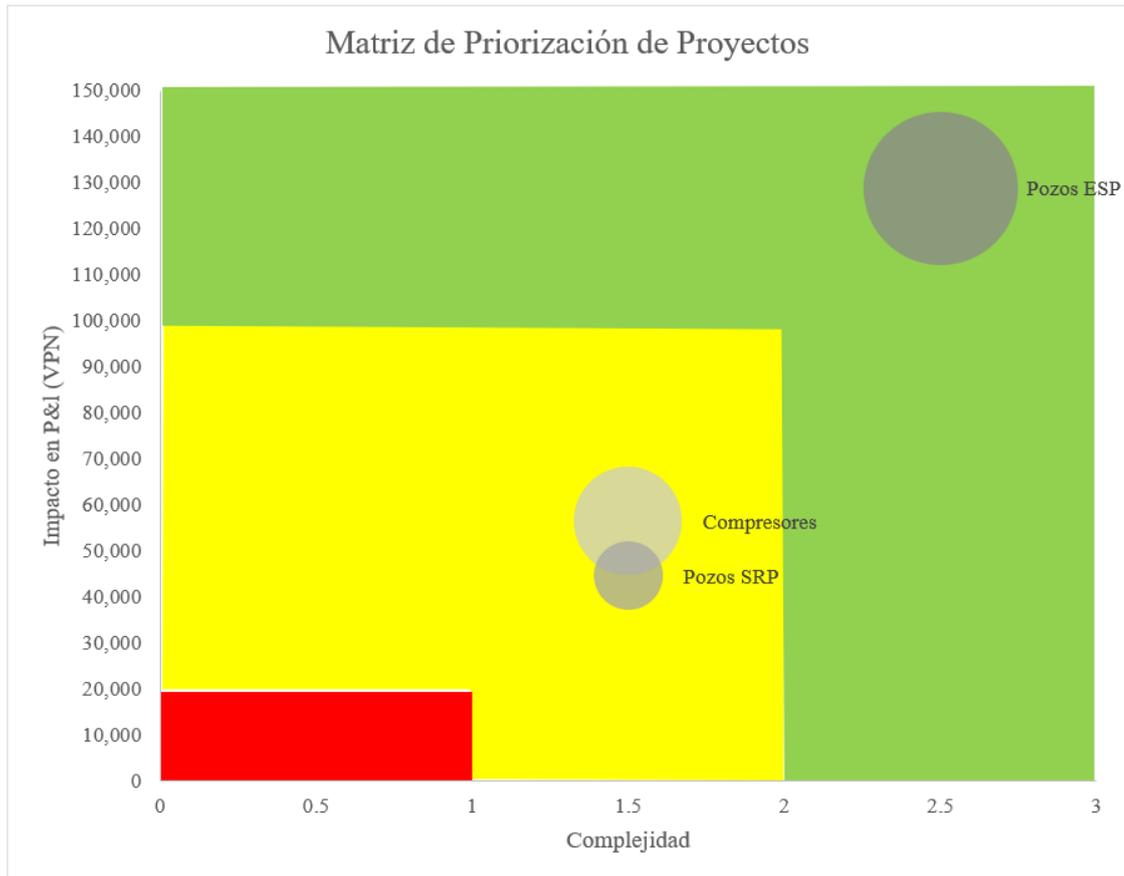
6.2.4 Definición de precedencias

Para la implementación de las soluciones se requiere de la migración a la nueva plataforma SCADA, dicho proyecto ya ha sido aprobado por la organización y cuenta con un presupuesto de USD 110,000, el cual viene siendo ejecutado, esperándose su culminación para diciembre del 2022. Esta nueva plataforma nos permitirá mejorar el acceso a los datos, permitiendo el uso sin restricciones de licencias, ni número de usuarios o de base de datos de origen, al usar lenguaje SQL y no requerir de conectores especiales para acceder a ella.

6.3 Priorización de proyectos claves

Como ya se especificó en la estrategia, para la definición de la prioridad de los proyectos clave, se han tomado en cuenta principalmente dos variables: el impacto sobre el P&L (valor esperado para el negocio) y la complejidad de implementación (ver Figura 27).

Figura 27 Matriz de Priorización de Proyectos



Fuente: Elaboración propia (2022)

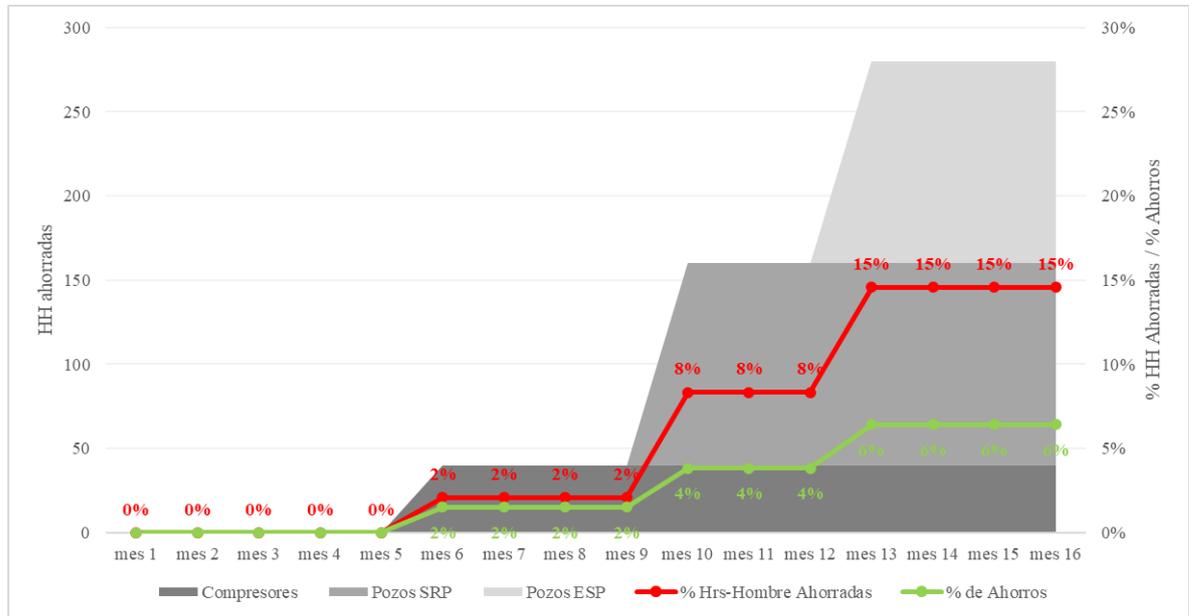
Para la definición de las escalas de evaluación del impacto se toma como referencia el VAN para cada proyecto, por lo que se define que la escala de menor valor o impacto en el P&L es la que es capaz de agregar al menos USD 20,000. Proyectos que pueden agregar un valor o impacto en el P&L de entre USD 20,000 y USD 100,000 se consideran en la escala media, y los proyectos que agregan más de USD 100,000 se consideran en la escala alta de impacto en el P&L, esto evaluado en un horizonte de 5 años.

6.4 Evolución de indicadores de medición de la estrategia

Para medir la eficiencia de la estrategia a implementar, se ha decidido usar dos indicadores claves de performance: Cantidad de horas hombre (HH) ahorradas en tareas en recopilación, adecuación y registro de datos, expresada porcentualmente sobre el total de HH invertidas por los equipos de

mantenimiento e ingeniería. La segunda refiere al total de ingresos obtenidos como parte de los ahorros generados por recupero de producción perdida y eficiencia en tiempos operativos, como un porcentaje del total de gasto por operación. La evolución de estos indicadores de medición de la estrategia se muestra la Figura 28.

Figura 28 Evolución de indicadores clave de estrategia a implementar



Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se aprecia, se plantea que el número de HH ahorradas como consecuencia de la implementación de los 3 casos de uso priorizados, alcance un máximo de 280 horas en el mes número 13 desde el inicio del proyecto, lo cual representará un 15% del total de HH trabajadas por los equipos.

Asimismo, se plantea que los ingresos por ahorros en recupero de producción y en eficiencia de tiempos operativos, alcance un máximo de 6% del total de costo operativo destinado a actividades de mantenimiento de equipos rotantes (motores, compresores y bombas) y equipos de subsuelo de pozos.

Adicionalmente se han valorizado los diferentes casos de uso priorizados, estimando el costo total de implementación, el ahorro total generado y dando como consecuencia la estimación del *Return of Investment* (ROI), el Valor Presente Neto (VPN) usando una tasa de descuento del 15% al año y un tiempo de repago de la inversión (*Payback*). La estimación de los parámetros económicos de los casos de uso se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12 Resumen de indicadores económicos de casos de uso priorizados

	Compresores	Pozos SRP	Pozos ESP
	Monto (USD)		
Costo Total	-21,740.00	-51,740.00	-24,740.00
Ahorro Total	109,100.00	137,700.00	228,900.00
Valor Esperado	87,360.00	85,960.00	204,160.00
ROI	4.02	1.66	8.25
VPN	56,609.37	44,638.74	128,901.86
Payback (Meses)	6	13	7
Impacto P&L	Medio	Medio	Alto
Complejidad	Medio	Medio	Alto

Fuente: Elaboración propia (2022)

A partir de la estimación de los parámetros económicos, se definen los valores mínimos que deben cumplir estos proyectos. Asimismo, se establece la priorización de proyectos que tengan un VPN no menor de USD 40,000, un ROI no menor de 1.5 y un *payback* no mayor de 18 meses.

6.5 Plan de Inversiones

Para la ejecución del proyecto, en su etapa inicial de implementación de casos de uso priorizados, se definen las siguientes actividades generales, secuencia y tiempos, los cuales han sido integrados en el cronograma detallado en la Tabla 13.

Tabla 13 Cronograma de implementación de Casos de Uso

		Año 1												Año 2	
		mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11	mes 12	mes 13	mes 14
Planificación e implantación de estrategia															
Ítems	Descripción														
Todos	Reuniones de definición	■													
Todos	Definición de roles														
Procura y Compra de Equipos de Transmisión															
Ítems	Descripción														
Compresores	Procura y compra de equipos	■													
Pozos SRP	Procura y compra de equipos	■	■												
Pozos ESP	Procura y compra de equipos	■	■	■											
Manejo de datos, construcción y entrenamiento de modelos															
Ítems	Descripción														
Compresores	Limpieza de datos y armado de modelos	■	■	■	■	■									
Pozos SRP	Limpieza de datos y armado de modelos					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Pozos ESP	Limpieza de datos y armado de modelos									■	■	■	■	■	■

Fuente: Elaboración propia (2022)

A continuación, se presenta el flujo de caja libre del proyecto integrado (ver Tabla 14), considerando la implementación secuencial de los casos de uso en el orden de priorización definido por los parámetros económicos derivados de la evaluación de cada caso.

Tabla 14 Evaluación económica integrada - Casos de uso priorizados

Costo de equipos		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ítems	Descripción					
Compresores	Equipos gateway firewell 500	-3,000.00				
Pozos SRP	Equipos gateway firewell 500	-30,000.00				
Pozos ESP	Equipos gateway firewell 500	-3,000.00				
		0.00				
Costo de Equipos(USD)		0.00				
		-36,000.00				

Costo de Personal y Datos		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ítems	Descripción					
Compresores	Personal y Datos	-17,330.00	-360.00	-360.00	-360.00	-360.00
Pozos SRP	Personal y Datos	-20,210.00	-360.00	-360.00	-360.00	-360.00
Pozos ESP	Personal y Datos	-17,090.00	-3,390.00	-360.00	-360.00	-360.00
Costo de Personal y Datos(USD)		-54,630.00	-4,110.00	-1,080.00	-1,080.00	-1,080.00

Ingresos por Ahorros		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ítems	Descripción					
Compresores		31,550.00	19,800.00	19,800.00	19,800.00	19,800.00
Pozos SRP		7,650.00	30,600.00	30,600.00	30,600.00	30,600.00
Pozos ESP		32,100.00	49,200.00	49,200.00	49,200.00	49,200.00
Ingresos por Ahorros (USD)		39,200.00	99,600.00	99,600.00	99,600.00	99,600.00

Costos Totales (USD)		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
		-90,630.00	-4,110.00	-1,080.00	-1,080.00	-1,080.00

Profit (USD)		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
		-51,430.00	95,490.00	98,520.00	98,520.00	98,520.00

	Monto (USD)
Costo Total	-97,980.00
Ahorro Total	437,600.00
Valor Esperado	339,620.00

ROI	3.5
VPN	197,571.90
Payback (Meses)	18.00

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como parte de la implementación exitosa de los casos de uso priorizados se plantea agregar un valor adicional a OLYMPIC de USD339,620 cuyo VPN al 15% de tasa anual será de USD 197,572 para una inversión total de USD 97,980, permitiendo un ROI de 3.5% y un tiempo de repago de 18 meses.

CONCLUSIONES

7

EL PRINCIPAL RETO PARA OLYMPIC ES ROMPER EL TRADICIONALISMO CARACTERÍSTICO DE SU OPERACIÓN. LOS PROCESOS MANUALES SON LABORES DEL DÍA A DÍA, ESTO IMPLICA QUE LAS PERSONAS TIENEN UNA FORMA DE TRABAJO ESTABLECIDA Y MODIFICAR ESTE COMPORTAMIENTO ES UNA LABOR RETADORA Y CONDICIONANTE PARA EL PROYECTO. LA IMPORTANCIA DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL RADICA EN EL VALOR QUE AGREGA A LAS PERSONAS A TRAVÉS DE SUS PROPIAS CAPACIDADES Y UNA ADECUADA ADOPCIÓN AL CAMBIO, SIN LA CUAL NO SERÁ POSIBLE OBTENER EL BENEFICIO INTEGRAL EN LA ORGANIZACIÓN.

OLYMPIC YA CUENTA CON GRAN CANTIDAD DE INSUMOS BASE PARA UN PROGRAMA DE ANALÍTICA AVANZADA. ESTO CONLLEVA A GRANDES AHORROS EN TIEMPOS DE DESARROLLO, EN VISTA QUE LOS DATOS YA VIENEN SIENDO REGISTRADOS EN LA MAYORÍA DE LAS MAQUINARIAS, HACIENDO QUE LA LABOR DE IMPLEMENTACIÓN DE SENSORES SEA MÍNIMA Y TRASLADA A LAS ÚLTIMAS ETAPAS DEL PLAN, PARA EFECTOS DE ENTREGA PRONTA DE VALOR EN OTROS CASOS DE NEGOCIO.

EN LA INDUSTRIA DE LOS HIDROCARBUROS, LA VENTA ESTÁ CONDICIONADA PRINCIPALMENTE POR LA CAPACIDAD DE LOS POZOS OBTENIDOS POR LA ORGANIZACIÓN Y LA GESTIÓN COMERCIAL PARA COPAR SU EXPLOTACIÓN. EN ESTE MODELO DE NEGOCIO, LAS MAYORES OPORTUNIDADES DE CRECIMIENTO ESTÁN EN LA GENERACIÓN DE EFICIENCIAS PRODUCTIVAS QUE INCREMENTEN EL MARGEN GENERAL DEL NEGOCIO. ES EN ESTE PUNTO DONDE LA PROPUESTA MARCA EL CAMINO PARA ENTENDIMIENTO TOTAL DEL SISTEMA Y UNA TOMA OPORTUNA DE ACCIONES CORRECTIVAS, QUE IMPACTEN EN UNA DISMINUCIÓN SIGNIFICATIVA DE LOS COSTOS OPERATIVOS.

LA ARQUITECTURA DEFINIDA EN CONJUNTO CON EL *DATA LAKE*, RESPONDEN A LOS REQUERIMIENTOS DEL NEGOCIO, SOPORTANDO LA INGESTA CONTINUA DE DATOS DESDE DIVERSAS FUENTES, LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN Y LA DISTRIBUCIÓN A LOS USUARIOS PARA LOS FINES RESPECTIVOS. DE IGUAL MANERA, OFRECEN ESCALABILIDAD ANTE

LA IMPLEMENTACIÓN DE OTRAS SOLUCIONES DE NEGOCIOS QUE TAMBIÉN HAGAN USO DE LA DATA Y ANALÍTICA.

EN UNA ORGANIZACIÓN QUE DA SUS PRIMEROS PASOS HACIA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL, ES PRIMORDIAL ENTREGAR VALOR EN EL CORTO TIEMPO, DE MODO QUE EL PROYECTO SEA RESPALDADO POR EL ENTE DIRECTIVO Y LA ASIGNACIÓN DE RECURSOS SEA CONTINUA. METODOLOGÍAS ÁGILES COMO SCRUM BUSCAN ESTE TIPO DE ENTREGAS EN PERIODOS CORTOS DE TIEMPO, DONDE EL *PRODUCT OWNER* PARTICIPA DE MANERA ACTIVA, PERCIBIENDO DE PRIMERA MANO LAS CONSECUENCIAS DE LA INNOVACIÓN Y TRASMITIENDO CONTINUAMENTE EL AVANCE AL NIVEL DIRECTIVO.

RECOMENDACIONES

SI BIEN EL ALCANCE DEL PROYECTO ESTÁ ENFOCADO EN LA EFICIENCIA OPERATIVA, CON ESTE SE SIENTAN LAS BASES PARA UN PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL QUE ENGLOBA A TODAS LAS ÁREAS DE LA ORGANIZACIÓN. DE LA MISMA MANERA EN LA QUE SE EVALUARON LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE HIDROCARBUROS, SE DEBERÁN EXPLORAR SOLUCIONES INNOVADORAS EN OTRAS ÁREAS DE NEGOCIO DONDE LA DATA PUEDA AGREGAR VALOR A LAS PERSONAS.

UN PLAN DE CULTURA ORGANIZACIONAL A LARGO PLAZO, QUE PROMUEVA LA INNOVACIÓN Y CREATIVIDAD EN LA COMPAÑÍA, ES CLAVE PARA EL DESARROLLO DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL. DICHO PLAN NO TERMINA EN EL ALCANCE DEL PROYECTO, POR EL CONTRARIO, SE DEBE DE GARANTIZAR SU CONTINUIDAD DE MANERA QUE LAS NUEVAS INICIATIVAS SEAN ADOPTADAS POR TODOS EN LA ORGANIZACIÓN.

EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO SON TEMAS RELEVANTES EN LA AGENDA DE OLYMPIC. CON EL USO DE LA DATA Y ANALÍTICA, ES POSIBLE POTENCIAR PROYECTOS ENFOCADOS EN LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, ASÍ COMO

**EL USO EFICIENTE DE INSUMOS CONTAMINANTES E INCLUSO LA
MIGRACIÓN HACIA ENERGÍAS RENOVABLES.**

**EN COMBINACIÓN CON LA ESTRATEGIA ANALÍTICA PARA LA DETECCIÓN
TEMPRANA DE FALLAS, ES RELEVANTE CONSIDERAR LA TECNOLOGÍA DE
DRONES AUTÓNOMOS QUE OFREZCAN UNA RÁPIDA ATENCIÓN VISUAL DE
LA INCIDENCIA, REEMPLAZANDO ASÍ EL PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR
DONDE LOS OPERARIOS TIENEN QUE MOVILIZARSE POR KILÓMETROS DE
REDES DE TUBERÍAS PARA PODER VISUALIZAR UNA FALLA Y EMITIR UN
DIAGNÓSTICO ACERTADO.**

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AWS. (2021). Big Data and Digital Transformation in oil & gas. *Offshor Technical Conference*. Houston.
- Bertoletti, A. (2019). *www.ibm.com*. Retrieved from <https://www.ibm.com/garage/method/practices/think/it-maturity-model/>
- Carvajal, G., Marko, M., & Cullick, S. (2018). *INTELLIGENT DIGITAL OIL AND GAS FIELDS*. Cambridge, United States: Elsevier.
- Chiucchi, M., Lombardi, R., & Mancini, D. (2021). *Intellectual Capital, Smart Technologies and Digitalization*. Springer.
- Data Management Association. (2017). *DAMA-DMBOK: Data Management Body of Knowledge*. Technics Publications.
- De Propriis, L., & Bailey, D. (2020). *Industry 4.0 and Regional Transformations*. London: Routledge.
- Deloitte. (2017). *From bytes to barrels*.
- Deloitte. (2022). *www2.deloitte.com*. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/waterfall-vs-agile.html>
- Ernst and Young PERU. (2021). *Guide to Investing in Energy Projects in Peru 2021/2022*. Lima.
- George, B., & Paul, J. (2020). *Digital Transformation in Business and Society*. palgrave macmillan.
- IBM Cloud Education. (2020). *www.ibm.com*. Retrieved from <https://www.ibm.com/cloud/learn/what-is-artificial-intelligence>
- Ladley, J. (2012). *Data Governance: How to Design, Deploy and Sustain and Effective Data Governance Program*. Morgan Kaupmann.
- Laursen, G., & Thorlund, J. (2016). *Business Analytics for Managers : Taking Business Intelligence Beyond Reporting*. John Wiley & Sons.

- Mahanti, R. (2021). *Data Governance Success: Growing and Sustaining Data Governance*. Singapore: Springer.
- Measey, P. (2015). *Agile Foundations - Principles, practices and frameworks*. Swindon: BCS Learning & Development Ltd.
- Oracle. (2022). *www.oracle.com*. Retrieved from <https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot/>
- Páez-Gabriunas, I., Sanabria, M., Gauthier-Umaña, V., Méndez-Romero, R. A., & Rivera Virgüez, L. (2022). *Transformación digital en las organizaciones*. Universidad del Rosario.
- Páez-Gabriunas, I., Sanabria, M., Gautier-Umaña, V., Méndez-Romero, R. A., & Rivera, V. L. (2022). *Transformación digital en las organizaciones*. Universidad del Rosario.
- Pal, A. P. (2017). *The Internet of Things (IoT) : Applications, Technology, and Privacy Issues*.
- Revista Energía y Negocios. (2021, agosto 31). *revistaenergiaynegocios.com*. Retrieved from <https://revistaenergiaynegocios.com/2021/08/31/la-transformacion-digital-en-la-industria-peruana-reducira-al-50-la-huella-de-carbono-a-traves-de-la-gestion-de-energia-y-activos/>
- Rumbo Económico. (2022, marzo 18). *rumboeconomico.com*. Retrieved from <https://rumboeconomico.com/2022/03/18/digitalizacion-sostenible-como-esta-avanzando-la-industria-peruana-en-ese-tema/>
- Saldanha, T. (2019). *Why Digital Transformation Fails*. Oakland: Berrett-Koehler Publishers.
- Schmarzo, B. (2020). *The Economics of Data, Analytics, and Digital Transformation*. Birmingham - Mumbai, India: Packt.com.
- U.S. Energy Information Administration . (2022). *ANUAL ENERGY OUTLOOK 2022 (AEO2022)*. Washington D.C: EIA.
- World Economic Forum. (2017). *Digital Transformation Initiative: Oil and Gas Industry*.

