

**Recomendaciones para Incorporar Herramientas Ágiles en Proyectos de Oil&Gas para
Mejorar su Gestión**

Informe técnico final

Universidad EAN

Especialización en Gerencia de Proyectos

Seminario de Investigación

Grupo 7

Andrea Carolina Cayachoa Vargas

Carlos Eduardo Mendoza Serrano

Fanny Andrea Álvarez Montaña

Laura Cristina Chaparro Galindo

Marcelo Bernardo Cáceres Gutiérrez

Bogotá

Mayo 20 de 2020

Tabla de contenido

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1. Antecedentes del problema	7
2. Descripción del problema	9
OBJETIVOS	15
1. Objetivo general	15
2. Objetivos específicos	15
JUSTIFICACIÓN	16
MARCO TEÓRICO	19
1. Contextualización de las etapas de un proyecto de Oil&Gas	19
2. Metodologías para la gerencia de proyectos	24
2.1 Metodologías predictivas para la gerencia de proyectos	25
2.1.1 Metodología del PMI	25
2.1.2 Metodología de PRINCE2	28
2.2 Metodologías adaptativas para la gerencia de proyectos	33
2.2.1 Scrum	35
2.2.2 Extreme Programming - XP	38
2.2.3 Metodología Kanban	42
2.2.4 Lean thinking	46
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	49
1. Enfoque, diseño de la investigación y tipo de estudio	49
2. Definición de Variables	49
3. Población y Muestra	50
4. Selección de métodos o instrumentos para recolección de información	51
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	52
1. Casos de estudio	52
1.1 Perforación de pozos de Gas en el Bloque Caporo - Drummond	53

1.2	Construcción, instalación, pruebas y puesta en operación de sistemas de soporte de plantas nucleares - Centrus Energy Corp	54
1.3	Construcción edificios multifamiliares	57
1.4	Construcción Torres Comerciales y Hotel - PSP Projects	58
1.5	Diseño y fabricación de equipos de prueba de microprocesadores - Intel	59
1.6	Implementación de Kanban en una línea de producción - Toyota Motor Corporation	61
2.	Entrevistas	63
2.1	Entrevistado No 1	63
2.2	Entrevistado No 2	65
2.3	Entrevistado No 3	66
3.	Análisis de la información	69
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
	REFERENCIAS	78
	ANEXOS	1
	Anexo No 1 – Detalle casos de estudio	1
	Anexo No 2 – Modelo de entrevistas	6
	Anexo No 3 – Análisis de entrevistas	1
	Anexo No 4 – Buenas prácticas empleadas	3

Resumen

En la actualidad los proyectos de Oil&Gas, los cuales son de gran envergadura y relevancia para la economía de un país, emplean buenas prácticas reconocidas a nivel mundial como las del PMI® y PRINCE2®, las cuales son adaptables a los diferentes tipos de proyectos mediante una combinación de procesos, herramientas y técnicas. Sin embargo, ante la crisis de precios del petróleo y la inestabilidad del sector, la necesidad de buscar herramientas y metodologías gerenciales que permitan optimizar procesos, mejorar el desempeño de los equipos, mejorar tiempos y a su vez mejorar costos de ejecución han hecho que se preste especial atención a las herramientas que ofrecen las metodologías ágiles, en busca de tomar ventaja de los beneficios que ha tenido la implementación de estas metodologías en otros tipos de proyectos. En este documento se presentarán estudios de casos que muestran la implementación de metodologías y herramientas ágiles en proyectos cuya inversión es alta y su tolerancia al riesgo y a los cambios es baja, adicionalmente, se recopilan experiencias y recomendaciones de expertos en gestión de proyectos que han trabajado ambos tipos de enfoques. Con esta información se proporciona al lector una idea de las dificultades, limitaciones y beneficios que se presentan al implementar agilidad en estos tipos de proyectos y se brindan recomendaciones para poder implementarlas en proyectos de Oil&Gas.

Palabras claves: Oil&Gas, metodologías ágiles, metodologías tradicionales, herramientas de agilismo, gestión de proyectos.

Introducción

El sector de Oil&Gas enmarca proyectos de gran envergadura y relevancia para la economía de un país. Los proyectos de este sector se caracterizan por su alta complejidad, grandes inversiones, altos riesgos, y alta sensibilidad social y ambiental, enmarcados dentro de un contexto geopolítico cambiante que impacta directamente el precio de venta. Adicionalmente, bajo los escenarios actuales del precio del crudo y las tensiones políticas entorno a esta industria, se pone en evidencia la necesidad de buscar herramientas y metodologías gerenciales que permitan optimizar procesos, mejorar el desempeño de los equipos, mejorar tiempos y a su vez mejorar costos de ejecución. De esta forma, se presenta como una opción el uso y adaptación de herramientas ágiles en estos proyectos.

En este documento se hará un breve resumen de las metodologías y marcos de agilidad más usadas actualmente, tales como: Scrum, Extreme Programming - XP, Kanban y Lean thinking, que por sus conceptos, principios y herramientas se consideran que pueden tener algún grado de adaptabilidad en proyectos de Oil&Gas. También se describen las metodologías tradicionales (predictivas) más empleadas en la industria de Oil&Gas, como son PMI y PRINCE2.

Como parte de la metodología de investigación no experimental cualitativa, se realizó la revisión de casos de estudio y se realizaron entrevistas semiestructuradas a profesionales de gestión de proyectos de Oil&Gas, con experiencia en implementación de metodologías ágiles, para recopilar experiencias, identificar oportunidades de mejora en la gestión de proyectos de la industria de Oil&Gas e identificar limitaciones, problemas y beneficios de la implementación de

agilismo en proyectos de gran envergadura. Por último, con toda la información recopilada, al final del documento se presenta un análisis y se brindan recomendaciones y conclusiones sobre los hallazgos de la investigación.

Es importante resaltar que el concepto de implementar agilismo en proyectos de Oil&Gas es muy amplio y en la actualidad este es un concepto relativamente nuevo para este sector económico y por tanto no hay un amplio conocimiento experimental sobre el tema. En este sentido, con el desarrollo de esta investigación se da un acercamiento a las recomendaciones para implementar agilismo, pero se sugiere continuar con el estudio en fases experimentales, iniciando con proyectos piloto de baja envergadura.

Planteamiento del problema

1. Antecedentes del problema

La gerencia de proyectos es una práctica que se desarrolló inicialmente de manera empírica, donde el éxito de un proyecto se atribuía únicamente a las cualidades y habilidades de quien lo dirigía, y ha ido evolucionando a lo largo de la historia hasta llegar a la formalización de prácticas, principios, procesos, herramientas y técnicas de dirección de proyectos para satisfacer las necesidades y expectativas de los interesados. De esta manera surgió el modelo de gestión de proyectos tradicional o predictivo, el cual se basa en una planificación estructurada, con un control y seguimiento riguroso al plan, a fin de poder identificar y verificar cualquier tipo de desviación que pueda ocurrir en el transcurso de los procesos y tomar las medidas necesarias para volver al plan.

En este modelo los equipos de trabajo se conforman de acuerdo con su especialidad, los cuales participan en la elaboración de entregables específicos del proyecto, según sus fases de ejecución, y en algunos casos hay poca interacción entre ellos. Adicionalmente, el modelo plantea la ejecución de las fases del proyecto en forma secuencial, es decir, hasta que no finaliza la fase predecesora no comienza su sucesora.

La gestión de proyectos tradicional (predictiva) usualmente se enfoca en proyectos donde el alcance, tiempo y costos se pueden definir con un determinado grado de certidumbre en sus fases iniciales (inicio y planificación) e independientemente del sector o alcance del proyecto este enfoque sigue los mismos pasos de gestión, los cuales son: inicio, planeación, ejecución,

monitoreo y control y cierre.

En la actualidad, los proyectos tradicionales emplean buenas prácticas reconocidas a nivel general como las establecidas por el PMI® en su guía PMBOK® y las establecidas en el manual de PRINCE2®. Estos lineamientos son adaptables a los diferentes tipos de proyectos e industrias mediante la combinación adecuada de procesos, entradas, herramientas, técnicas, salidas y fases del ciclo de vida (Turley, 2011).

Por otra parte, como una propuesta alterna al enfoque predictivo surgió el enfoque adaptativo (Ágil) que dio sus primeros indicios en la década de los 40's con el surgimiento del Sistema de Producción Toyota y su filosofía de Lean Manufacturing (PMOinformatica, 2013). Sin embargo, hasta 2001 se dio formalidad a este tipo de iniciativas a través del Manifiesto Ágil y desde entonces continúa evolucionando, mediante la creación de diferentes metodologías que combinan los diferentes principios de Ágil. Las metodologías ágiles se implementan y utilizan ampliamente en todo el mundo, existiendo más de 20 y su elección y adaptación depende del tipo de proyecto en el cual se van a implementar. De acuerdo con la literatura encontrada sobre el tema, algunas de las metodologías más populares son: Scrum, XP (programación extrema), Kanban, Lean, Proceso unificado ágil, Método de desarrollo de sistemas dinámicos (DSDM), Crystal Clear, entre otras. Todas estas metodologías se basan en el principio de desarrollo iterativo e incremental de productos que generen valor para el cliente de forma rápida.

En algunos estudios se reconoce el éxito de los proyectos de desarrollo ágil, teniendo en cuenta múltiples factores como lo son costo, tiempo, calidad y productividad, debido a su flexibilidad para incorporar requisitos cambiantes, incremento de valor en su entrega, tiempo de ejecución rápida y capacidad para mantener el ritmo de acuerdo con las tendencias del mercado

(Kaur, Jajoo, Manisha, 2015). Las metodologías ágiles, creadas originalmente para el desarrollo de software, siguen siendo predominantemente usadas en proyectos asociados a tecnologías de la información (TI). Sin embargo, debido a su éxito existe una reciente tendencia a expandirse a proyectos de otros sectores de la industria, entre los que se puede mencionar el sector de Oil&Gas, el cual es un sector que enmarca proyectos de gran envergadura y relevancia para la economía mundial, con una proyección al alza, como consecuencia del crecimiento continuo de la población y las economías mundiales que conducen a un rápido aumento de la demanda de energía, especialmente en los países en desarrollo. En este sentido, para el nuevo escenario del siglo XXI se requiere de más capacidad para ayudar a llenar la brecha de oferta Vs demanda del suministro de energía. En países como Colombia, los recursos disponibles se concentrarán en hidrocarburos pesados, extrapesados y yacimientos no convencionales, dado el agotamiento del petróleo encontrado en yacimientos de fácil acceso, haciendo necesario que la industria de Oil&Gas se renueve y busque soluciones innovadoras desde el punto de vista tecnológico. Adicional a los retos antes mencionados, se suma la dificultad propia de estos proyectos por su alta complejidad, grandes inversiones, riesgos, y alta sensibilidad social y ambiental enmarcados dentro de un contexto geopolítico cambiante que impacta directamente el precio de venta y por tanto, el retorno esperado de la inversión. Todo lo anterior hace parte del reto que deben enfrentar los gerentes de este tipo de proyectos.

2. Descripción del problema

Uno de los principales retos de los Gerentes de Proyectos es ejecutar los proyectos dentro del plazo y presupuesto definidos en las fases de planeación, manteniendo los estándares de calidad y

seguridad, y entregando así la promesa de valor esperada por sus clientes. Sin embargo, esto no siempre se logra, por lo menos en lo que respecta a la ejecución de megaproyectos en el sector de Oil & Gas, entendiéndose por megaproyectos aquellos cuyo capital de inversión es superior a US\$ 1 billón de dólares. Un estudio realizado por la firma EY Limited (2014) analizó 365 megaproyectos en la industria Oil & Gas desarrollados en diferentes partes del mundo y particularmente en áreas de upstream, GNL (Gas Natural Líquido), gasoductos y refinación, evidenciando que el 64% de los proyectos tenía sobrecostos y el 73% estaban atrasados de acuerdo a sus líneas base, siendo los incrementos en costos de un 23% en promedio en relación con el presupuesto aprobado.

Como lo menciona EY Limited (2014), los hallazgos encontrados están en gran medida alineados con las observaciones del estudio realizado por Independent Project Analysis (2011) quienes encontraron que el 78% de los megaproyectos presentaban sobrecostos o demoras, lo cual representa un deterioro desde las mediciones realizadas en 2003, cuando el 50% de los proyectos superaron el presupuesto o se retrasaron.

Por otra parte, Salama, M, El M, Keogh, B (2008) en su publicación sugiere que es bastante común que los proyectos de Oil&Gas presenten demoras en la fecha de finalización, siendo estas del 5% al 20% de la duración total del proyecto, generando pérdidas de ingresos debido al aplazamiento de la producción y sobrecostos debido a mayores costos fijos y efecto de inflación que se manifiesta en el aumento de los precios de los materiales y otros factores.

Analizando un caso particular de la industria de Oil & Gas, Fajardo, C ,Candiotti, G.,Ramirez, L & Buitrago, P (2017), concluyen que en la firma Occidental Petroleum Corporation (OXY), quienes para el 2017 operaban en Norteamérica, Medio Oriente y Sur América, presentaban

retrasos y sobrecostos en sus proyectos debido principalmente a una comunicación deficiente entre los diferentes equipos involucrados en el proyecto, y a una falta de seguimiento y control a cada una de las actividades del mismo.

Antes de la crisis petrolera registrada a mediados de 2014, en donde el valor del barril de petróleo pasó de estar en un promedio de USD 100/barril a USD 40/barril, los retrasos y sobrecostos que se presentaban en el desarrollo de los proyectos de Oil&Gas, parecían no ser un tema crucial, posiblemente debido a lo lucrativo de este negocio antes de la crisis, donde los sobrecostos asociados a los diferentes procesos no generaban gran impacto en los indicadores económicos del proyecto, y las estrategias establecidas para reducirlos eran deficientes o simplemente inexistente (Fajardo et al, 2017). Sin embargo, bajo los escenarios actuales del precio del crudo y las tensiones políticas entorno a esta industria, se pone en evidencia la necesidad de buscar herramientas y metodologías gerenciales que permitan optimizar procesos, mejorar tiempos y a su vez mejorar costos de ejecución. De esta forma, se presenta como una opción el uso y adaptación de metodologías ágiles en proyectos de la industria de Oil&Gas.

Analizando otras industrias diferentes a la de Oil&Gas, como la industria de TI (tecnologías de la información), se puede concluir que con la implementación de metodologías ágiles se han obtenido resultados exitosos, tal como lo menciona el estudio realizado por Standish Group (Alam et al 2017), en donde muestra que un 41% de proyectos de software fueron exitosos empleando metodologías ágiles versus un 16% empleando metodologías tradicionales.

Anualmente VersionOne brinda a profesionales de software y de otras industrias una visión de las tendencias ágiles y de los beneficios percibidos al usarlas, mediante encuestas a empresas de diferentes sectores. Para 2019 se tomaron datos de 1,319 encuestados quienes resaltan como

principales beneficios de implementar metodologías ágiles, la adaptabilidad al cambio (69%), velocidad de entrega del producto/servicio (63%), incremento de la productividad del equipo del proyecto (61%) y reducción de riesgos del proyecto (50%), los cuales son factores que se han identificado como oportunidades de mejora en la industria de Oil&Gas (Ver **Figura 1**).

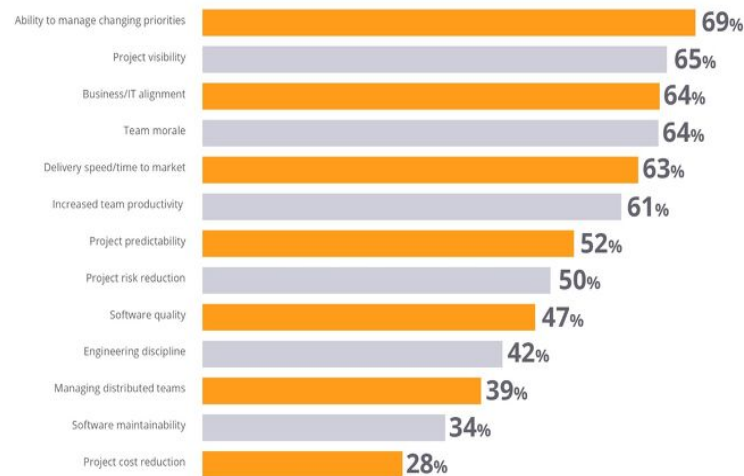


Figura 1: Beneficios percibidos por los encuestados que implementaron metodologías ágiles (13th annual state of agile report, Collabnet VersionOne, 2019)

Por otra parte, con los resultados de la encuesta de 2019, se identificó que las metodologías ágiles son usadas principalmente en sectores como: tecnología (25%), servicios financieros (19%) y servicios profesionales (10%), mientras que presenta una baja acogida en el sector de energía (4%). La **Figura 2** muestra esta distribución por sector económico.

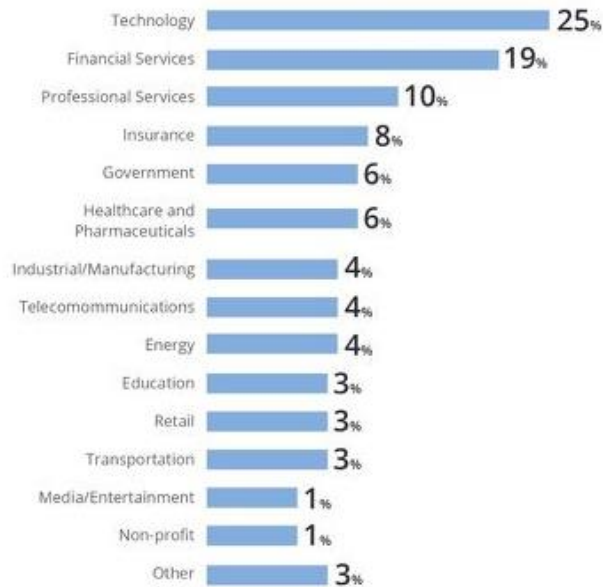


Figura 2: Uso de metodologías ágiles por sectores económicos (13th annual state of agile report, Collabnet VersionOne, 2019).

En general, las industrias con grandes activos han quedado en su mayoría fuera de la revolución ágil. Sectores como energía, químicos, metales y minería aún están en una etapa piloto preliminar, en tanto que muchas otras industrias ya están implementando modelos operativos ágiles a gran escala. Esta falta de movimiento no obedece a la falta de potencial, ya que varios de los pilotos realizados indican la posibilidad de capturar grandes beneficios. La reticencia a escalar ágil deriva en parte al temor a comprometer la seguridad, la calidad técnica y la gestión de riesgos. Un error de codificación en una compañía de software puede aumentar los costos o retrasar el desarrollo, pero resulta lógico que la idea de un derrame de petróleo o el derrumbe de una mina haga que los líderes piensen dos veces antes de realizar innovaciones profundas en los modelos operativos (McKinsey & Company, 2019).

En conclusión, la baja participación de sectores como Oil&Gas en la implementación de

metodologías ágiles puede deberse a una percepción de incompatibilidad debido principalmente a los riesgos operativos que estos podrían implicar y por los riesgos de tener altos costos hundidos, debido a que los cambios serían cada vez más costosos a medida que el proyecto avanza dentro de su ciclo de vida. Sumado a lo anterior, la implementación de agilidad en proyectos del sector Oil & Gas podría no estar alineado con las condiciones ambientales de algunas organizaciones, en particular aquellas con fuertes sistemas centralizados y procedimientos claramente definidos y de obligatorio cumplimiento. En este tipo de empresas, el modelo de gestión de proyectos sigue una estructura de cascada, donde el proyecto tiene una secuencia de fases de planeación, diseño, implementación, pre-comisionamiento y comisionamiento, entrada en operación y cierre del proyecto. Con este tipo de gestión, los datos de salida de una fase se convierten en los datos de entrada de la siguiente; sin embargo, el inicio de fases subsecuentes normalmente no ocurre de forma automática, sino mediante la autorización previa por parte del comité directivo del proyecto, en sesiones comúnmente llamadas “Gatekeeper”.

Pese a lo anterior, y reconociendo las ventajas ofrecidas por las metodologías ágiles, recientemente se han realizado algunos esfuerzos en incorporar agilismo en algunas fases de estos proyectos con resultados alentadores, como lo hizo Shell adaptando elementos de la metodología Scrum en sus procesos (Saeed & AlMarar, 2019) o Drummont a nivel local, implementando también Scrum en proyectos de producción de gas en el bloque Caporo.

Con todo lo descrito anteriormente, surge la pregunta ¿Cómo adaptar e implementar herramientas ágiles en proyectos de Oil & gas? la cual pretendemos desarrollar en este documento.

Objetivos

1. Objetivo general

Dar recomendaciones para incorporar herramientas ágiles en proyectos de Oil&Gas que implican alta inversión y baja tolerancia al riesgo.

2. Objetivos específicos

- Identificar las oportunidades de mejora en proyectos que se ejecutan bajo metodologías tradicionales (enfoques predictivos).
- Recopilar herramientas y buenas prácticas que se hayan implementado en proyectos de alta inversión y baja tolerancia al riesgo mediante revisión de casos de estudio y entrevistas.
- Identificar las herramientas y buenas prácticas de agilidad que mejor se adapten a la industria de Oil&Gas.

Justificación

En las últimas dos décadas, el sector minero-energético (representado en un 70% por el sector de hidrocarburos) adquirió una importancia creciente para el país al pasar de representar el 3,5% del PIB en el año 1995, a representar cerca del 8% del PIB para el año 2016, consolidándose como uno de los sectores estratégicos de la economía nacional (Malagón, 2016). También se resalta el hecho de que gran parte de la Inversión Extranjera Directa (IED) realizada en Colombia está destinada al sector minero-energético (García, 2017).

De acuerdo con información suministrada por el Ministerio de Minas y Energía de Colombia basada en datos procesados por la Asociación Colombiana de Petróleo (ACP), la industria de Oil&Gas es un sector que tiene un gran impacto en la economía colombiana resaltado por ejemplo algunos datos importantes del sector de la industria petrolera tales como: (i) entre 2005 y 2015 aportó al Estado \$200 billones, lo que equivale a cuatro veces el valor aportado por proyectos de vías de cuarta generación, (ii) en 2015 aportó más de \$10 billones al estado entre impuestos y regalías, (iii) entre 2012 y 2015 destinó \$2,5 billones en inversión social, (iv) en el 2015 generó más de 95 mil empleos en Colombia, a pesar de que fue un año de bajos precios del crudo (v) en 2014 las empresas del sector de hidrocarburos invirtieron más de \$170.000 millones en proyectos enfocados en la protección del medioambiente, y (v) entre el 55% y 77% de los ingresos de un proyecto petrolero se entregan al estado colombiano a través de impuestos, regalías y derechos contractuales. Todos estos datos ponen en evidencia la relevancia que tiene el sector de Oil&Gas para la economía colombiana.

La industria de Oil&Gas es la principal fuente de abastecimiento energético a nivel mundial, y en países en vía de desarrollo como Colombia (cuya producción de crudo promedio mensual a nivel nacional para el mes de enero de 2020 fue de 883,87 mil bpd según reporte de la Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANI) existe la necesidad de incrementar las reservas para garantizar el autoabastecimiento en el mediano plazo, razón por la cual se prevé la necesidad de seguir incrementando las inversiones en el sector. Sin embargo, actualmente a nivel mundial estudios revelan que el 64% de los proyectos del sector de Oil&Gas presenta sobrecostos del 23% en promedio, y el 73% tienen atrasos en su ejecución, que a su vez implican sobrecostos para el proyecto (EY Limited, 2014), esto sumado a la tendencia a la baja del precio del crudo en los últimos seis años, hace imperante tomar acciones que permitan optimizar la gestión de los proyectos para que esta industria continúe siendo atractiva desde el punto de vista de inversión y continúe así mostrando un crecimiento que sea sostenible, mediante un cambio en las metodologías que promuevan procesos más eficientes. En este sentido, las metodologías ágiles pueden brindar herramientas para obtener una productividad mejorada, con alta calidad en la entrega de resultados, respondiendo oportunamente la demanda del cliente y siendo previsible ante la constante dinámica del mercado global.

De esta manera, con el desarrollo de este trabajo se busca, a partir de revisión de casos de estudio y recopilación bibliográfica, recomendar buenas prácticas ágiles para la gestión de proyectos en la industria de Oil&Gas, con el fin de lograr mejorar la tasa de éxito de los proyectos a través de una mejor gestión y de esta manera aportar para que los mismos sean más rentables y por tanto ofrezcan más beneficios a la economía colombiana.

Los temas a tratar en este trabajo de grado fueron revisadas dentro del programa académico

cursado y se enmarcan en la línea de investigación de modelos, metodologías y sistemas de gestión en proyectos de la Universidad.

Marco teórico

1. Contextualización de las etapas de un proyecto de Oil&Gas

La industria de Oil & Gas es el sector de la economía que se encarga de la exploración, extracción, producción, transporte, almacenamiento y refinamiento del petróleo y gas natural que se encuentra en los yacimientos, para convertirlos en diferentes subproductos, tales como: combustibles, productos cosméticos y farmacéuticos, disolventes, fertilizantes, pesticidas, entre muchos más, para finalmente ser vendidos y distribuidos a la sociedad. Esta industria se subdivide en tres grandes fases: i) "*Upstream*" en la cual se desarrollan las etapas de exploración, extracción y producción de crudo y gas natural. Estas actividades se pueden desarrollar en tierra firme o en el mar, con un desarrollo incremental de la infraestructura hasta lograr la estabilización de la producción ii) "*Midstream*" la cual abarca el transporte, procesos y almacenamiento de hidrocarburos, contemplando también la construcción y operación de oleoductos y gasoductos, estaciones de bombeo y estaciones de recibo y almacenamiento, y iii) "*Downstream*" que involucra el refinamiento del petróleo, para finalmente realizar la venta y distribución de los derivados de este.

La fase de Upstream, también conocida como E&P, por sus siglas en inglés (Exploration and Production), incluye actividades como: i) Exploración, la cual consiste en la ejecución de ensayos indirectos para caracterizar el yacimiento y la comprobación de las reservas mediante la perforación de pozos exploratorios; ii) Perforación, que consiste en llegar a los yacimientos de hidrocarburos que se encuentran en capas geológicas profundas, ya sean en tierra o mar,

mediante el uso de equipos especializados que perforan pozos por el cual el crudo es extraído; iii) Producción, que consiste en extraer los hidrocarburos identificados y alcanzados en las etapas anteriores y llevarlos hasta la superficie mediante sistemas de bombeo, para los casos en los cuales el yacimiento no cuenta con la energía suficiente para expulsar el hidrocarburo hasta la superficie.

Por su parte, la fase de Midstream, también conocida como distribución, incluye actividades de transporte desde la boca del pozo hasta las facilidades dispuestas para almacenamiento y procesamiento del petróleo y gas extraído de los yacimientos, para lo cual se pueden usar diferentes medios de transporte como, sistemas de tuberías (oleoductos y gasoductos), carrotanques y buques. Para algunos yacimientos, previo al transporte de crudo, se requiere de procesos básicos para mejorar las propiedades de fluidez y calidad del hidrocarburo extraído para facilitar y optimizar el transporte, esto incluye procesos de calentamiento del fluido, separación de mezcla gaseosas, deshidratación, remoción de partículas, entre otros. Adicionalmente, se requiere la construcción de facilidades para su transporte tales como oleoductos, estaciones de tratamiento y estaciones de bombeo.

Finalmente, la fase de Downstream, hace referencia a todas aquellas actividades necesarias para transformar el crudo y gas natural extraído de los yacimientos y transportados hasta las refinerías en miles de productos empleados en nuestro día a día, siendo los combustibles (la Gasolina, el Diesel, el queroseno, etc) unos de los más representativos económicamente. Sin embargo, la lista de productos derivados del petróleo es muy extensa y tiene participación en distintos sectores económicos tales como químico, farmacéutico, cosmético, textil, entre otros.

En general cada una de las fases de la industria indicadas anteriormente tienen las distintas

etapas del ciclo de vida normal de un proyecto de infraestructura, las cuales son: estudios de viabilidad, ingeniería, compras y contrataciones, construcción y comisionamiento, y finalmente cierre y puesta en marcha. En algunos casos el ciclo de vida del proyecto llega hasta el desmantelamiento o abandono y en otros se considera como un proyecto independiente. En términos generales cada una de estas etapas del ciclo de vida de los proyectos de Oil&Gas se explica a continuación:

- Estudios de Viabilidad

En esta etapa se tiene como objetivo identificar y caracterizar las áreas con potencial de producción de hidrocarburos. Aquí es necesario adelantar estudios a nivel técnico, cultural, económico, social y medioambiental de las áreas de interés. Dentro de los aspectos técnicos se estudia la historia geológica de la zona para determinar la probabilidad de encontrar petróleo y finalmente determinar el tamaño potencial de las reservas por descubrir. Lo anterior implica el desarrollo de ensayos indirectos para caracterizar el yacimiento, tales como pruebas geofísicas que a su vez podrían ser magnéticas, gravimétricas y/o pruebas sísmicas. No obstante, lo anterior, la comprobación de las reservas debe hacerse de manera directa mediante la perforación de pozos que lleguen hasta el yacimiento, conocido como pozos exploratorios.

Para adquirir la información técnica se requiere de la implementación de una infraestructura básica para poder realizar las pruebas sísmicas o para perforar el o los pozos exploratorios, siendo esta similar a la que se realizará en la etapa de producción. Previo al desarrollo de estas actividades técnicas, es necesario adelantar estudios para establecer las condiciones actuales del área a intervenir desde el punto de vista ambiental, sociocultural y económico. En lo ambiental se determina, en primera medida, la línea base en términos bióticos y abióticos, legislación

ambiental aplicable, disponibilidad de recursos naturales, usos actuales de estos recursos, entre otros; mientras que en lo socio económico y cultural se determinan aspectos como presencia de minorías étnicas, clima social, seguridad física, disponibilidad de mano de obra calificada en la región, actividades económicas actuales, potencial arqueológico, etc. Luego, se identifican los impactos que las actividades técnicas generarán sobre el medio ambiente y sobre la comunidad en general. También se evalúan los impactos que el medio ambiente y la comunidad pueden generar sobre el proyecto. Por último, se definen las medidas que deben implementarse para eliminar, mitigar o compensar los impactos que se generen durante la ejecución del componente técnico.

- Ingeniería

Una vez se cuente con la información básica que determina la viabilidad técnica y económica del proyecto, el próximo paso es desarrollar la ingeniería de facilidades de superficie y de subsuelo, con una suficiente calidad y precisión como para definir adecuadamente los equipos, líneas de flujo y demás especificaciones para las fases de ingeniería de detalle, procura y construcción de las instalaciones del proyecto. Esta ingeniería debe garantizar que todos los aspectos del proyecto fueron identificados, evaluados y discutidos entre todas las partes interesadas. Adicionalmente, en esta fase se definen los principios operacionales y el mantenimiento necesario para estimar la propuesta de inversión necesaria en el futuro.

- Compras y contratación

En esta etapa se planean y ejecutan todos los procesos de compras de materiales y equipos requeridos para la perforación de los pozos, así como los necesarios para la producción (extracción, transporte y tratamiento). Dentro de los materiales y equipos se pueden resaltar:

unidades de bombeo, tanques, materiales tubulares (Casing, tubing y tubería para líneas de flujo), accesorios mecánicos, equipos de tratamiento (plantas, recipientes a presión, equipos auxiliares, etc). Adicionalmente, en esta etapa se planean y adelantan la elaboración de todos los contratos de servicios para las actividades preliminares (ingeniería, estudios ambientales, estudios socioeconómicos, etc), perforación (cementación, toma registros, manejo de fluidos, etc), y para las facilidades de superficie (obras civiles, eléctricas, de instrumentación & control, mecánicas, etc).

- Construcción y comisionamiento

Un proyecto de hidrocarburos requiere de infraestructura para su operación. Esta infraestructura hace referencia a todas aquellas obras conexas al pozo requeridas antes de la perforación y posterior a esta, entre las que se pueden mencionar, obras civiles de construcción de vías de acceso, locaciones y plataformas para ubicación de estaciones de tratamiento, bombeo y refinación; obras mecánicas para la construcción de líneas de flujo (tuberías, válvulas y accesorios), construcciones de tanques e instalación e interconexión de equipos de tratamiento; obras eléctricas como construcción de bancos de ductos y líneas de media tensión y trabajos de instrumentación para el control remoto de pozos y facilidades.

Estas intervenciones implican el uso y aprovechamiento de recursos naturales, lo cual genera impactos sobre el medio ambiente y sobre la comunidad localizada dentro del área de influencia del proyecto, y, por lo tanto, justifica la necesidad de realizar los estudios preliminares mencionados en la etapa de viabilidad.

- Cierre y puesta en marcha

Una vez culminadas las etapas anteriores, inicia el comisionamiento y puesta en marcha de todo el sistema que permitirá la producción de hidrocarburos. La producción comienza cuando se obtienen los primeros volúmenes comercializables de hidrocarburos en cada pozo. Este momento marca un punto de inflexión del proyecto en términos de flujo de caja, debido a que de aquí en adelante se genera el dinero que pagará las inversiones pasadas y los fondos que financiarán los nuevos proyectos.

- Abandono

Cuando la producción de algún pozo no es suficiente para cubrir los costos y ninguna estrategia técnica puede ser implementada para mejorar la producción de este o para reducir los costos operaciones, se toma la decisión de abandonarlo. Similarmente puede ocurrir con los yacimientos, en donde una vez se determine la inviabilidad de continuar con él se inicia la planificación del abandono para tener un impacto mínimo sobre el medio ambiente al menor costo posible.

2. Metodologías para la gerencia de proyectos

A principios de 1900, el Ingeniero Henry Gantt marcó el comienzo de las prácticas actuales de gestión de proyectos que hoy se denominan metodologías tradicionales. Gantt desarrolló diagramas que inicialmente tenían como función indicar el número de días en que una tarea debe completarse. Más tarde, esta función tomó significado de planificación y control de distintos procesos que han llevado a mejoras en las prácticas de gestión de proyectos (Ungureanu & Ungureanu, 2014). A fines de la década de 1950, surgieron dos técnicas importantes, PERT (Program Evaluation and Review Techniques) y CPM (Critical Path Method), las cuales

permitieron que la gestión de proyectos evolucionara y desarrollara planes cada vez más elaborados, tanto para proyectos del sector público como del privado (Ungureanu & Ungureanu, 2014). Sin embargo, solo hasta 1960 fue que el término "metodología de gestión de proyectos" se definió por primera vez, dividiéndose luego en varios enfoques y métodos para gestionar diferentes tipos de proyectos, que en general se pueden agrupar en enfoques tradicionales y modernos, ambos conocidos hoy en día como metodologías predictivas.

Posterior a esto se han desarrollado metodologías adaptativas, que han tomado fuerza en los últimos años con la implementación de marcos de referencia ágiles, los cuales, junto con las metodologías predictivas trataremos a continuación.

2.1 Metodologías predictivas para la gerencia de proyectos

Un enfoque tradicional implica una serie de pasos secuenciales en el proceso de gestión de proyectos. Es un proceso que se lleva a cabo paso a paso para diseñar, desarrollar y entregar un producto o servicio. Por uso generalizado en diferentes latitudes haremos a continuación una descripción de las metodologías propuestas por el PMI y PRINCE

2.1.1 Metodología del PMI

El PMI (Project Management Institute) desarrolló una guía de gestión de proyectos denominada PMBOK (Standard Project Management Body of Knowledge), la cual proporciona buenas prácticas, conocimientos, herramientas, habilidades y técnicas para una mejor gestión de proyectos, eficiente y efectiva (Singh & Kevin, 2014). El PMBOK es un conjunto de buenas prácticas líder en EE. UU y utilizado en todo el mundo, publicado por primera vez en 1987 como

una guía basada en procesos que controla el proyecto en el marco de tres restricciones: alcance, tiempo y costo, y que con el tiempo se ha extendido a tres restricciones más: calidad, riesgo y satisfacción del cliente.

Esta guía define un proyecto como "Un esfuerzo temporal realizado para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos indica que un proyecto tiene un principio y un final definido".

El PMI define la gestión de proyectos como "la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos de este" y recomienda ver la gestión del proyecto de manera procesal, definiendo de manera concisa y clara las entradas, herramientas, técnicas y salidas de cada proceso. Su metodología tiene como objetivo cubrir todos los aspectos de la gestión del proyecto, dividiendo los procesos de gestión en cinco grupos y diez áreas básicas de conocimiento.

Los 5 grupos de procesos definidos por el PMBOK son: inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control y cierre, los cuales se agrupan lógicamente para alcanzar los objetivos específicos del proyecto, descritos por el PMI de la siguiente manera.

- a) Los procesos de Inicio definen un nuevo proyecto o nueva fase de un proyecto
- b) Los procesos de Planificación son requeridos para establecer el alcance del proyecto y definir los objetivos para lograr alcanzar la meta propuesta.
- c) Los procesos de ejecución son realizados con el objetivo de completar el trabajo previamente planeado y así satisfacer los requisitos del proyecto.
- d) En los procesos de monitoreo y control se realiza seguimiento, análisis y regulación del progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan

requiera cambios, gestionando los que sean requeridos.

- e) Los procesos de cierre se realizan para completar o cerrar formalmente el proyecto.

En cuanto a las áreas de conocimiento (10 áreas) definidas por el PMBOK se tienen: integración, alcance, cronograma, costo, calidad, recursos, comunicación, riesgo, adquisiciones y gestión de partes interesadas, cada una de estas es descrita en términos generales por el PMI como:

- a) El área de gestión de Integración define características de unificación, consolidación, comunicación e interrelación.
- b) El área de gestión del alcance comprende los procesos requeridos para garantizar que se incluya todo el trabajo requerido y sólo el trabajo requerido para completar el proyecto con éxito.
- c) El área de gestión del cronograma se encarga de los procesos requeridos para finalizar el proyecto a tiempo.
- d) El área de gestión de costos incluye los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.
- e) El área de gestión de calidad menciona los procesos para incorporar la política de calidad de la organización a fin de satisfacer los objetivos de los interesados.
- f) El área de gestión de recursos ayuda a garantizar que los recursos adecuados estarán disponibles para el director del proyecto y el equipo del proyecto en el momento y lugar requerido.
- g) El área de gestión de las comunicaciones incluye los procesos necesarios para

- asegurar que las necesidades de información del proyecto y de sus interesados se satisfagan.
- h) El área de gestión de riesgos incluye los procesos para la gestión, identificación y análisis de riesgos, planificación e implementación de respuesta a los riesgos y monitoreo de estos.
 - i) El área de gestión de adquisiciones incluye los procesos necesarios para comprar o adquirir productos, servicios o resultados que es preciso obtener fuera del equipo del proyecto.
 - j) El área de gestión de los interesados incluye los procesos requeridos para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto.

Debido a que el PMBOK es un estándar reconocido a nivel mundial, ha recopilado años de lecciones aprendidas y de buenas prácticas de miles de gerentes de proyectos. Sin embargo, por el gran número de procesos que describe el PMBOK (49 procesos), en algunas ocasiones resulta muy complejo o no aplicable la implementación de la totalidad de estos. Así, por ejemplo, para proyectos pequeños, con ciclo de vida cortos y recursos limitados, la guía estándar es modificada de acuerdo con las limitaciones de tamaño, alcance, tiempo y presupuesto.

2.1.2 Metodología de PRINCE2

PRINCE2® (Project in Controlled Environment) es una metodología de gestión de proyectos líder en el Reino Unido y utilizado en todo el mundo, publicada por primera vez en 1996. Se basa en procesos que controla seis variables: costo, tiempo, calidad, alcance, riesgos y beneficios, en

el marco de ciclo Planear-Delegar-Monitorear-Controlar, bajo siete principios, siete temas y siete procesos, descritos en la guía oficial *Managing Successful Projects with PRINCE2® 6th Edition*.

Los principios son universales, en el sentido en que pueden aplicarse a todos los proyectos independientemente del idioma, la geografía o la cultura (Pawar et al, 2017). Los 7 principios son: Justificación comercial continua, aprender de la experiencia, roles y responsabilidades definidos, gestión por fases, gestión por excepción, enfoque en los productos y adaptación para corresponder al entorno del proyecto.

Los temas se refieren a un aspecto de la gestión del proyecto que se configuran al inicio del mismo y que debe abordarse constantemente, proporcionando información sobre cómo se debe gestionar el proyecto. Estos temas son: Caso de negocio, organización, calidad, planes, riesgos, cambio y progreso.

Los procesos describen las actividades que deben realizarse en diferentes puntos dentro del proyecto, estos son: puesta en marcha, inicio, dirección, control de fase, gestión de la entrega de productos, gestión de los límites de fase y cierre.

Los principios, temas y procesos son descritos en términos generales por Barker (2013), Pawar et al (2017) y Hinde (2012), como se indica a continuación:

- **Siete principios:**

- a) El principio de justificación comercial se encarga de que los procesos del proyecto estén alineados con los objetivos del negocio.
- b) El principio de aprender de la excelencia asegura que haya un seguimiento de lecciones aprendidas, registrando ejecuciones exitosas o fallidas para poder identificar la causa raíz.

- c) El principio de roles y responsabilidades, como lo indica su nombre se encarga de definir roles y responsabilidades de cada persona involucrada en el proyecto.
 - d) El principio de gestión por fases es clave para identificar cada etapa del proyecto.
 - e) El principio de gestión por excepción asegura que, si el gerente del proyecto no puede tomar una decisión o realizar un entregable, se realiza una "excepción" y se debe enviar a la Junta del Proyecto para que tome una decisión.
 - f) El principio de enfoque en los productos se encarga de definir el producto según los requisitos de calidad.
 - g) El principio de adaptación para corresponder al entorno busca que las actividades se adapten para reducir las sobrecargas, el “enfoque de ligereza táctil” es el método utilizado para adaptar esas implementaciones.
- **Siete temas:**
 - a) El caso de negocio hace referencia a los requisitos, los productos, resultados y beneficios esperado del proyecto.
 - b) La organización representa a todo el equipo del proyecto y garantiza que todos participen en el proyecto en los niveles de decisión, gestión y entrega.
 - c) La calidad se debe garantizar sin ningún problema.
 - d) Los planes, es el tema más crucial de la metodología PRINCE2® y consiste en la planificación de etapas y planificación de equipos.
 - e) En el tema de riesgo, el propósito es identificar, evaluar y controlar eventos inciertos durante un proyecto. Estos se deben registrar en un registro de riesgos.
 - f) El sexto tema está relacionado con la gestión del cambio con respecto a cualquier

cambio en el plan del proyecto.

- g) El último y séptimo tema consiste en el progreso, la manera en que se realiza el seguimiento del proyecto que permite a los gerentes de proyecto verificar y controlar dónde están en relación con el plan. El objetivo de este tema es garantizar que el proyecto se desarrolle de acuerdo con el plan.

- **Siete procesos:**

- a) El proceso de puesta en marcha comprueba que el proyecto es viable y que vale la pena ejecutarlo.
- b) En el proceso de la iniciación del proyecto, se realiza el documento que da inicio del proyecto y tiene como principal propósito establecer las bases para comprender el trabajo a realizar.
- c) El proceso de dirección del proyecto está dirigido a la Junta del Proyecto la cual debe administrar y monitorear a través de informes y controles el proyecto, y tomar decisiones.
- d) Para controlar y administrar cada fase del proyecto se ejecuta el cuarto principio, el cual consiste en controlar distintos escenarios por medio del gerente del proyecto. En este proceso se asigna y monitoriza el trabajo.
- e) En el proceso de gestión de la entrega de productos, se asegura una buena comunicación entre el gerente del proyecto y los gerentes de equipo para coordinar y entregar un producto.
- f) El proceso de gestión de los límites de fase se lleva a cabo al final de una etapa y proporciona a la Junta del Proyecto puntos clave de decisión sobre continuar con el

proyecto o no. en este proceso se evalúa el éxito de la fase, se revisa nuevamente el plan y se asegura que el proyecto es viable antes de continuar y autorizar la siguiente fase.

- g) El proceso de cerrar el proyecto es donde el gerente del proyecto realiza la evaluación del proyecto, la entrega final del producto y la documentación sobre las lecciones aprendidas. En este proceso se reconoce que se han alcanzado los objetivos del proyecto.

En la **Figura 3** se observa la estructura de PRINCE2®

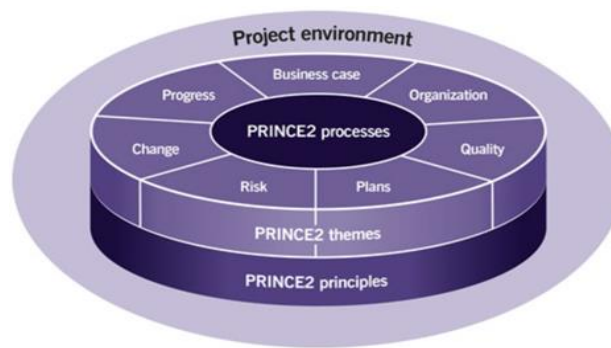


Figura 3: Estructura del PRINCE2 (PMOinformatica, ¿Que es Prince2®?: 5 Preguntas y respuestas)

Existen muchas ventajas al usar PRINCE2®, Ward y Daniel (2006) ilustran que la fuerza de PRINCE2® radica en su exhaustividad, formalidad, atención al detalle y robustez. Esto se puede sustentar en la experiencia de más de 30 años en los cuales se recopilaron todos los comentarios, sugerencias y retroalimentaciones del uso de esta metodología y de otras metodologías que han beneficiado indirectamente a PRINCE2® y lo han ayudado a convertirse en una mejor práctica (Turley, 2010).

Factores como el tamaño del proyecto o temas organizacionales y documentales no son inconvenientes para PRINCE2® debido a que se puede aplicar a cualquier tipo de proyecto y en

su metodología proporciona una estructura concisa para definir y asignar roles y responsabilidad, definiendo funciones claras para todas las personas en el equipo del proyecto, teniendo adicionalmente, una estructura definida para informes y productos de gestión. Estas características promueven el aprendizaje y una mentalidad de mejora continua, también conocida como "Lecciones aprendidas" (Turley, 2010).

Otro beneficio es la mejora de las comunicaciones entre los miembros del equipo y otras partes interesadas, esto proporciona que el proyecto esté más controlado y que los miembros del equipo trabajen lo suficientemente juntos sin tener ningún problema. Al momento de presenciar algún problema que se sale del control del equipo de trabajo (el problema excede las tolerancias acordadas), esta metodología involucra a la gerencia del proyecto y, por lo tanto, es un uso muy eficiente del tiempo de la alta gerencia (Pawar, et al, 2017).

A pesar de los principios, temas y procesos mencionados anteriormente, PRINCE2® no cubre aspectos especializados debido a que la metodología propuesta es muy genérica y puede aplicarse a cualquier tipo de proyecto sin brindar especificidad en la ejecución de los mismo. Esta metodología tampoco menciona técnicas detalladas o información sobre habilidades blandas, solo aconseja elegir las técnicas que sean adecuadas para su proyecto, pero no proporciona información sobre ellas (Critical Evaluation of Prince2, 2016). Con respecto a los riesgos, PRINCE2® no ofrece mucha orientación sobre cómo se resuelven los problemas y cómo se deben hacer juicios cuando se identifican ni trata directamente con los aspectos interpersonales de la gestión de proyectos como lo son las habilidades blandas (Turley, 2010).

2.2 Metodologías adaptativas para la gerencia de proyectos

Cuando se habla de metodología ágil, es necesario aclarar el concepto de agilidad, que, en este

contexto, puede entenderse como la capacidad de crear y responder al cambio para mantener la rentabilidad en un entorno empresarial turbulento o la capacidad de equilibrio entre flexibilidad y estabilidad (Highsmith, 2004). En este sentido, las metodologías ágiles permiten la adaptación del proceso para absorber cambios en la aplicación, alcance y características del producto (Angioni, Carboni, Pinna, Sanna, Serr & Soro, 2006).

Según la revisión literaria de Azanha, Argoud, de Camargo Junior y Antonioli (2017) existe una gran variedad de definiciones para las metodologías ágiles de proyectos, así por ejemplo, para Highsmith (2004) puede entenderse como un conjunto de principios, valores y prácticas que ayudan al equipo a entregar productos o servicios de valor en un entorno desafiante de proyectos, para Chin (2004), la metodología ágil es una forma de proceder bajo un conjunto de elementos (principios, técnicas, etc.) donde las actividades se llevan a cabo a través de equipos autogestionados, utilizando herramientas simplificadas, con mejor adherencia a entornos de incertidumbre y cambio constante; para Augustine (2005) , la metodología ágil de proyectos es una forma funcional de energizar, capacitar y habilitar al equipo del proyecto para una entrega rápida y confiable del valor comercial, a través de la integración de clientes en un proceso continuo de aprendizaje y adaptación de cambios según sus necesidades y entorno empresarial; y finalmente para De Carlo (2004), es la gestión del flujo de pensamientos, emociones e interacciones para generar resultados de valor en situaciones no planificadas de gran complejidad, que requieren velocidad y se ubican en entornos que implican cambios y altos niveles de incertidumbre y estrés. Sin embargo, aunque las definiciones difieren, los conceptos no contienen cambios significativos, por lo tanto, existe un consenso entre la mayoría de los autores con respecto a la esencia de la metodología ágil de proyectos cuando señalan que es un

enfoque orientado a buscar flexibilidad, simplicidad, iteraciones en períodos cortos de tiempo, y valor agregado de forma incremental.

Para Cervone (2011), las metodologías ágiles enfatizan dos conceptos importantes: (i) el riesgo se minimiza por el hecho de que hay iteraciones cortas y entregas claramente definidas; y (ii) la comunicación directa con las partes interesadas es fundamental para desarrollar el proyecto, en lugar de documentación extensa.

La revisión bibliográfica y teórica que se propone en este capítulo está orientada a conocer los principios y beneficios de usar un enfoque ágil que permita a los equipos de trabajo y organizaciones mejorar la productividad con una reducción de tiempo y costos a través de la planificación adaptativa y el desarrollo evolutivo. En este sentido, se hace una revisión teórica de tres de las metodologías adaptativas más utilizadas en proyectos que demandan alta complejidad en sus procesos, estas son: Scrum, XP, Kanban y Lean Thinking.

2.2.1 Scrum

Scrum es uno de los marcos ágiles para la gestión de proyectos desarrollado por Ken Schwaber y Jeff Sutherland en la década de los 90's inicialmente para reducir el tiempo en desarrollo de software, el cual emplea un enfoque adaptativo, iterativo e incremental para el desarrollo de productos con el objetivo de ofrecer mayor valor en el menor tiempo posible. Según Schwaber & Sutherland (2017) Scrum no es un proceso, metodología o técnica definitiva, y es definida por sus creadores como un “*marco de trabajo*” dentro del cual se pueden emplear varias técnicas o procesos para abordar problemas adaptativos, impredecibles y complejos.

Scrum se basa en el control empírico de los procesos, es decir, en la toma de decisiones

basadas en la observación y la experimentación, en lugar de una planificación detallada. Para llevar a cabo este control empírico se soporta en tres pilares fundamentales: (i) La transparencia, la cual garantiza que todos los aspectos relevantes para el éxito del proyecto sean visibles para todos los responsables e interesado, (ii) La inspección, la cual se realiza con el propósito de detectar cualquier incumplimiento que pueda dañar los resultados del equipo, y (iii) La adaptación, la cual consiste en la realización de ajustes al proceso/producto al momento de identificar cualquier falla, para así reducir la probabilidad de un mal resultado (Azanha et al, 2017).

De acuerdo con Schwaber & Sutherland (2017), Scrum se fundamenta en seis principios: control empírico, auto organización, colaboración, priorización basada en el valor, cajas de tiempo y desarrollo iterativo, y está compuesto por eventos, artefactos y un equipo con roles particulares, todos estos elementos cumplen un propósito específico y esencial que hacen posible que su implementación sea exitosa.

- a) El Equipo Scrum: Es un grupo multifuncional compuesto por personas independientes, capaces, auto organizadas y automotivadas, regidas por los valores de respeto y transparencia. Consta de tres roles principales: Product Owner, Scrum Master y Scrum Team. (i) el Scrum Master representa a los stakeholders, es “la voz” del cliente y es el responsable de garantizar que el proyecto se ejecute entregando valor, (ii) Por su parte el Scrum Master es responsable que el proyecto se lleve a cabo de acuerdo con las prácticas, valores y reglas de Scrum, y apoya al equipo eliminando los impedimentos, (iii) y finalmente, Scrum Team generalmente consta de 3 a 9 personas, quienes definen y

realizan el trabajo de cada iteración, entregando al final de esta una versión utilizable del producto (mínimo producto viable).

- b) Eventos: Scrum emplea 5 tipos de eventos con una duración fija, en las distintas fases de un proyecto, los cuales se desarrollan dentro de una iteración del producto conocido como Sprint, cuya duración será constante a lo largo del desarrollo de todo el proyecto, siendo por lo general de 1 a 4 semanas. Los eventos de scrum son: (i) *Sprint Planning*, la cual se realiza al inicio de cada sprint con la participación de todos los interesados para establecer las pautas o trabajo a ejecutar en la iteración (ii) *Daily Scrums*, la cual consiste en una reunión diaria de duración no mayor a 15 minutos, en donde cada miembro del equipo explica lo que ha logrado desde la última reunión, lo que hará antes de la próxima reunión y qué obstáculos ha tenido. Aunque el equipo es responsable de hacer que esta reunión suceda, es el Scrum Master quien garantiza que suceda, (iii) *Development work*, es el periodo de tiempo en el cual se desarrollan las actividades del sprint por parte del Scrum Team, (iv) *Sprint Review*, la cual ocurre una vez el equipo ha finalizado el sprint y cuyo objetivo es presentar al Product Owner el valor/producto generado, (v) *Sprint Retrospective*, la cual consiste en una reunión de no más de tres horas en donde se recopilan todas las lecciones aprendidas y oportunidades de mejora para ser implementadas en el siguiente sprint, y una vez realizada la reunión de revisión del sprint (Sprint review).
- c) Artefactos: Definidos por Schwaber & Sutherland (2017) como elementos que representan trabajo o valor para proporcionar transparencia y oportunidades de inspección y adaptación, estos son: (i) *Product Backlog*, el cual consiste en una lista ordenada de

todos los requisitos del producto y el cual será la base para definir cualquier cambio que se haga en el producto, (ii) *Sprint Backlog*, es un conjunto de elementos del Product Backlog, seleccionados a ser desarrollados en el Sprint junto con el plan para entregar un incremento de valor al producto y lograr el objetivo de Sprint.

En la *Figura 4* se muestra el marco de referencia de Scrum y los artefactos y eventos antes mencionados.

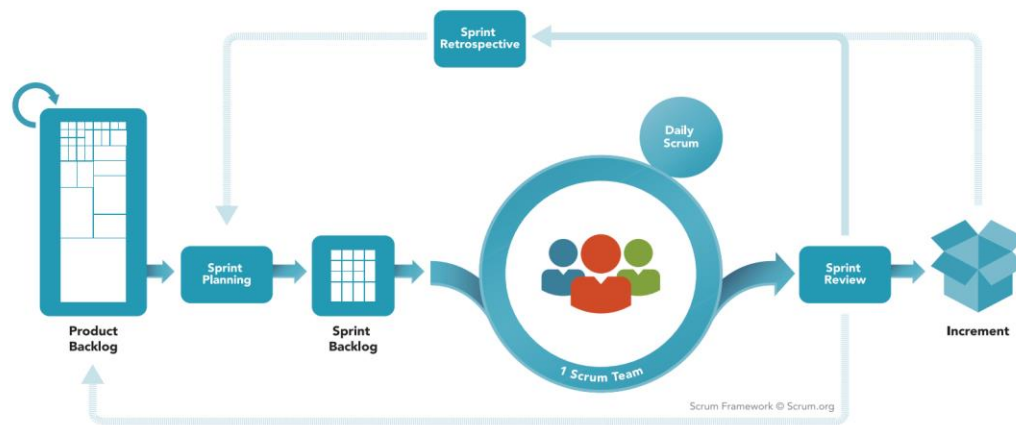


Figura 4: Marco de Scrum (Scrum.org, 2020).

2.2.2 Extreme Programming - XP

Su autor principal es Kent Beck, quien eligió algunas características de otras metodologías y las relacionó de forma que cada una complementara a la otra, por lo que se puede definir como una recopilación de una serie de reglas y buenas prácticas aplicadas comúnmente en proyectos, tomadas de cada uno de los métodos existentes, que se acoplan entre sí dando flexibilidad al desarrollo del proyecto, haciéndolo más agradable y sencillo.

XP fue desarrollado para desarrollo de software, y se aplica en proyectos en los cuales los requisitos del cliente son cambiantes e imprecisos y por lo cual se requiere una comunicación de forma continua entre el cliente y el ejecutor. Tiene como base la simplicidad y como objetivo principal la satisfacción del cliente (Letelier, Patricio & Penadés, 2006).

La programación extrema plantea cuatro valores fundamentales para lograr mantener una alta calidad de los proyectos, bajo condiciones de entorno cambiantes y exigencias de reducción de los tiempos de desarrollo por parte de los stakeholders. Estos valores son: comunicaciones, simplicidad, retroalimentación y coraje.

- a) Comunicación: Se requiere una comunicación constante con el cliente y dentro de todo el equipo de trabajo, de esto dependerá que el proyecto se lleve a cabo de una manera sencilla, entendible y entregando al cliente lo que necesita.
- b) Simplicidad: Se refiere a que sin importar qué funcionalidad requiera el usuario en su sistema, éste debe ser de fácil uso. El diseño debe ser sencillo y amigable al usuario, el código debe ser simple y entendible, programando sólo lo necesario y lo que se utilizará.
- c) Retroalimentación: Es la comunicación constante entre el ejecutor y el usuario.
- d) Coraje: Se refiere a la valentía que se debe tener al modificar o eliminar el código que se realizó con tanto esfuerzo. También se refiere a tener la persistencia para resolver los errores en la ejecución.

La programación extrema tiene 12 principios guía del desarrollo de la metodología:

1. Pruebas.
2. Proceso de planificación.

3. El cliente en el lugar.
4. Programación en parejas.
5. Integración continua.
6. Refactorización.
7. Entregas pequeñas.
8. Diseño simple.
9. Metáfora.
10. Propiedad colectiva del código.
11. Estandarización de la codificación.
12. La semana debe tener un tiempo de 40 horas.

El ciclo de vida de XP se enfatiza en el carácter iterativo e incremental del desarrollo; las iteraciones son cortas ya que entre más rápido se le entreguen desarrollos al cliente más se obtiene retroalimentación, lo que representa una mejor calidad del producto a largo plazo. Cada iteración incluye diseño, codificación y pruebas, y son planeadas en una etapa inicial del proyecto que se denomina fase de análisis inicial.

En la fase de exploración los clientes plantean las historias de usuario que son de interés para la primera entrega del producto. En forma paralela el equipo de desarrollo se familiariza con las herramientas, tecnologías y prácticas que se utilizarán en el proyecto. La fase de exploración toma de pocas semanas a pocos meses, dependiendo del tamaño y familiaridad que tengan los programadores con la tecnología.

La fase del planeamiento toma un par de días y en ella se priorizan las historias de usuario y se acuerda el alcance del release (conformado por varias iteraciones), se hace un estimativo de

cuánto esfuerzo requiere cada historia y a partir de allí se define el cronograma. La duración del cronograma del primer release no excede normalmente dos meses. En esta etapa el cliente define cuáles serán las historias a las que se le dará prioridad y se llevará a cabo la determinación del cronograma general del proyecto. XP plantea la planificación como un permanente balance entre lo deseable lo posible.

Aunque en muchas fuentes de información aparecen algunas variaciones y extensiones de roles, Letelier et al (2006) describe los roles de acuerdo con la propuesta original de Beck, siendo estos roles los de: programador, cliente, tester, tracker coach, consultor y gestor. Las funciones principales de cada uno de estos roles son:

- a) Programador: El programador escribe las pruebas unitarias y produce el código del sistema. Debe existir una comunicación y coordinación adecuada entre los programadores y otros miembros del equipo.
- b) Cliente: El cliente escribe las historias de usuario y las pruebas funcionales para validar su implementación. Además, asigna la prioridad a las historias de usuario y decide cuáles se implementan en cada iteración centrándose en aportar mayor valor al negocio. El cliente es sólo uno dentro del proyecto, pero puede corresponder a un interlocutor que está representando a varias personas que se verán afectadas por el sistema.
- c) Encargado de pruebas (Tester): El encargado de pruebas ayuda al cliente a escribir las pruebas funcionales. Ejecuta las pruebas regularmente, difunde los resultados en el equipo y es responsable de las herramientas de soporte para pruebas.
- d) Encargado de seguimiento (Tracker): El encargado de seguimiento proporciona realimentación al equipo en el proceso XP. Su responsabilidad es verificar el grado de

acuerdo entre las estimaciones realizadas y el tiempo real dedicado, comunicando los resultados para mejorar futuras estimaciones. También realiza el seguimiento del progreso de cada iteración y evalúa si los objetivos son alcanzables con las restricciones de tiempo y recursos presentes. Determina cuándo es necesario realizar algún cambio para lograr los objetivos de cada iteración.

- e) Entrenador (Coach): Es responsable del proceso global. Es necesario que conozca a fondo el proceso XP para proveer guías a los miembros del equipo de forma que se apliquen las prácticas XP y se siga el proceso correctamente.
- f) Consultor: Es un miembro externo del equipo con un conocimiento específico en algún tema necesario para el proyecto. Guía al equipo para resolver un problema específico.
- g) Gestor (Big boss): Es el vínculo entre clientes y programadores, ayuda a que el equipo trabaje efectivamente creando las condiciones adecuadas. Su labor esencial es de coordinación.

Es importante destacar que los proyectos en los cuales se utiliza mayormente esta metodología son los proyectos de desarrollo de software para las grandes compañías en las cuales se requiere una gran cantidad de aplicaciones en las que al final del desarrollo se interconectan y forman una gran cadena que se complementa.

2.2.3 Metodología Kanban

Kanban (kahn-bahn) es una palabra japonesa que traduce literalmente "registro visible" o "parte visible" Surendra et al. (1999, citado en Rahman, N. A. A., Sharif, S. M., & Esa, M. M., 2013). Creada en Japón por Taiichi Onho a finales de la década de 1940 para controlar la

producción en las plantas de fabricación de Toyota y presentada como una metodología ágil por David J. Anderson entre 2003 y 2004 (Saleh, S. M., Huq, S. M., & Rahman, M. A. 2019). Es una metodología dirigida a conseguir un proceso productivo, organizado y eficiente, que permite controlar el avance del trabajo en una cadena de producción. Hace parte de la metodología Lean Manufacturing basada en la utilización de técnicas just-in-time (JIT) y su principal objetivo está direccionado hacia el aseguramiento de la tasa de producción sostenible con el fin de evitar exceso de producto terminado, cuellos de botella y retrasos en la entrega del producto final. Este sistema permite reducir de manera drástica los niveles de inventario de productos en proceso en la cadena de suministro, como resultado de producir únicamente lo que se necesita.

Sin duda, uno de los mayores objetivos en una organización es alcanzar picos altos de eficacia y eficiencia en sus procesos, y para ello, se busca implementar sistemas de producción que permitan alcanzar esas metas. Surge entonces el sistema Kanban, como un método visual para controlar la producción, conformado por una serie de indicadores o señales a lo largo de todo el ciclo de producción, supervisando el proceso de reabastecimiento, pensando siempre en lo que el cliente demanda, hasta que se obtiene el producto final. Esta metodología permite controlar los elementos y componentes que hacen parte de la cadena de producción, garantizando que se realicen en cantidades suficientes para reemplazar las que ya se han utilizado, consiguiendo así una producción sin inventarios.

La técnica just-in-time es una filosofía de fabricación utilizada en muchas empresas de producción, con el fin de producir lo que se necesita con alta calidad en el lugar correcto y en el momento justo. La metodología Kanban ha sido recientemente utilizada en muchos sistemas de suministro de manera muy efectiva, que maximiza la productividad de un equipo al reducir el

tiempo de inactividad (Wakode, R. B., Raut, L. P., & Talmale, P. 2015). El tiempo de inactividad puede ocurrir dentro de cualquier proceso, flujo de trabajo o procedimiento y generalmente se puede monitorear dentro del proceso mismo. El sistema Kanban se enfoca en producir lo que se requiere, en el momento que se necesite, con la calidad especificada y aprovechando al máximo los recursos del sistema, a partir de una serie de componentes necesarios para reducir el nivel de inventarios, cumpliendo con la demanda en el tiempo requerido. Esta filosofía en la que se enmarca Kanban, la define literalmente como “tarjeta” o “señal”.

Según Wakode et al. (2015) la metodología Kanban se fundamenta básicamente en seis principios: visualización del trabajo, en proceso, centrarse en el flujo, calidad, priorización y mejora continua.

- a) Visualización del trabajo: permite visualizar el desarrollo de las tareas de la cadena de producción, lo que facilita la organización y la realización de modificaciones si fuera necesario en el equipo.
- b) En proceso: Kanban promueve la continua modificación de las actividades a realizar.
- c) Centrarse en el flujo: Hacer lo justo y necesario, para reducir el desperdicio de recursos y optimizar el flujo de material.
- d) Calidad: Todo lo que se haga se debe hacer con la mejor calidad desde el principio.
- e) Priorización: Las tareas se pueden priorizar y la gestión adecuada del tiempo junto con un orden coherente, facilita el trabajo de todo el equipo.
- f) Mejora continua: Los procesos se deben mejorar continuamente en función de los objetivos definidos.

Kanban consiste en un sistema de señales visuales de control de producción que mantiene activo el proceso de reabastecimiento. Para enviar la señal de reabastecimiento, existe una amplia variedad de métodos, desde tarjetas o tableros, señales visuales o electrónicas. La elección de un método de aviso u otro dependerá de las condiciones de la empresa, así como de las características del producto (Castellano, 2019).

Las tarjetas Kanban son componentes vitales del sistema Kanban. Estas señales indican la necesidad de mover material al interior de la fábrica o de las instalaciones de producción, o mover materiales desde el exterior a partir del proveedor de la instalación de producción. A partir de una señal, la tarjeta indica cuándo hay insuficiencia del producto, partes, etc. Cuánto más rápido sea generado el aviso por la tarjeta Kanban será más rápida la reposición del producto.

La implementación adecuada del sistema Kanban es esencial para la gestión y control de la producción. Es un sistema que permite generar las cantidades de producción necesarias en el momento requerido, reduciendo inventarios y suprimiendo actividades que no generan valor en la cadena de producción, favoreciendo así la reducción de costos elevados de producción.

La implementación correcta del sistema Kanban conlleva una serie de características que la hacen una metodología efectiva, como por ejemplo capacitar a todo el equipo de trabajo en la metodología Kanban y fomentar la conciencia de los beneficios y ventajas que presenta este sistema. Analizar la relevancia de implementar Kanban en todos los procesos de la cadena productiva, con el fin de detectar posibles problemas que se desconocían y realizar el mantenimiento y revisión continua del sistema Kanban.

2.2.4 Lean thinking

Lean Thinking es un conjunto de herramientas implementadas con el objetivo de reducir desperdicios y defectos dentro de los sistemas y procesos. Estas herramientas involucran al personal de las empresas para mejorar la productividad, la calidad, la moral del personal y el servicio al cliente. Los orígenes de Lean Thinking residen en el Sistema de producción de Toyota (TPS) como una estrategia integral para la eliminación de residuos de las operaciones de trabajo (Ohno, 1988).

El principio clave de Lean es que el desperdicio es el impulsor de la ineficiencia operativa. Para ser más eficientes, las empresas deben identificar los desechos desde la perspectiva del cliente y luego determinar cómo eliminarlos. El desperdicio se define en términos generales como actividades que no agregan valor al producto o servicio y que el cliente no querría pagar. Toyota ha identificado siete tipos principales de desechos sin valor agregado en los procesos comerciales o de fabricación. Estos pueden aplicarse al desarrollo de productos, la toma de pedidos y la oficina, no solo a una línea de producción. Los siete tipos de desechos son (Tohidi, KhedriLiraviasl, 2012):

1. Superproducción: Producir artículos para los que no hay pedidos, lo que genera desperdicios tales como exceso de personal y costos de almacenamiento y transporte debido al exceso de inventario.
2. Tiempo en mano: Trabajadores que vigilan una máquina automatizada o esperan el próximo paso de procesamiento, herramienta, suministro, pieza, etc., o simplemente no tienen trabajo debido a falta de existencias, retrasos en el procesamiento de lotes, tiempo de inactividad del equipo y cuellos de botella de capacidad.

3. Transporte innecesario: Mover materiales a largas distancias, crear transporte ineficiente o mover materiales, piezas o productos terminados dentro o fuera del almacenamiento o entre procesos.
4. Sobreprocesamiento o procesamiento incorrecto: Tomar medidas innecesarias para procesar las partes. Procesamiento ineficiente debido al diseño deficiente de la herramienta y del producto, lo que provoca movimientos innecesarios y produce defectos. Los desechos se generan al proporcionar productos de mayor calidad de lo necesario.
5. Inventario excesivo: Exceso de materia prima, trabajo en proceso o productos terminados que causan plazos de entrega más largos, obsolescencia, bienes dañados, costos de transporte y almacenamiento de inventario en exceso, y demoras. Además, el inventario adicional oculta problemas tales como desequilibrio de producción, entregas tardías de proveedores, defectos, tiempo de inactividad del equipo y largos tiempos de configuración.
6. Movimiento innecesario: Cualquier movimiento desperdiciado que los empleados tengan que realizar durante el transcurso de su trabajo, como buscar, alcanzar o apilar piezas, herramientas, etc. Además, caminar es un desperdicio.
7. Defectos: Producción de piezas defectuosas o corrección. Reparación o retrabajo, chatarra, producción de reemplazo e inspección significan un manejo, tiempo y esfuerzo desperdiciado.

La eliminación de los residuos se logra mediante la creación de un mapeo de flujo de valor de operaciones que entregan soluciones y productos en un tiempo mínimo (Busi, 2005; Christopher, 2000).

Lo primero es abordar cualquier proceso y mapear el flujo de valor siguiendo el camino crítico del material a través de su proceso (Liker, 2004). Se dibuja el camino crítico y se calcula el tiempo y las distancias recorridas por el material, este dibujo se denomina "spaghetti diagram". Un "spaghetti diagram" es una herramienta muy útil ya que proporciona la verdadera ruta de cómo fluye el material a través del proceso.

El diagrama se plasma en papel con el fin de darle a las personas una buena comprensión visual de la ruta por la que fluye el material y cuánta distancia se desperdicia durante la transferencia de material, brindando a las personas la oportunidad de comenzar a trabajar hacia un flujo de material más eficiente y eliminar la distancia de viaje innecesaria que se encuentra actualmente en su sistema (Tohidi, KhedriLiraviasl, 2012).

El mapeo de flujo de valor también proporciona una herramienta de comunicación para estimular ideas al capturar el conocimiento crítico de la organización e identificar ubicaciones para la recopilación de datos y la medición de procesos (Tohidi, KhedriLiraviasl, 2012).

Metodología de investigación

1. Enfoque, diseño de la investigación y tipo de estudio

El problema planteado se solucionará mediante el enfoque de investigación cualitativo, y a través del análisis documental y entrevistas se interpretarán e identificarán buenas prácticas en metodologías ágiles que se puedan incorporar en proyectos de Oil&Gas.

El diseño de investigación utilizado es el no experimental, en el cual, se recopilará e interpretará la información existente sin intervenir en su desarrollo.

2. Definición de Variables

Las variables de estudio serán las “*buenas prácticas en metodologías ágiles*”, las cuales se definen conceptualmente como aquellas técnicas, métodos, procesos o actividades implementadas en los proyectos bajo metodologías ágiles, que son aplicables la mayoría de las veces, en donde existe un consenso sobre su valor y utilidad. En términos generales, se define a estas variables como las técnicas, métodos, procesos o actividades que al ser implementadas en los proyectos aumentan la posibilidad de éxito en los resultados y los valores del negocio esperados.

Operacionalmente estas variables serán definidas mediante un análisis documental de distintas referencias bibliográficas relacionadas con metodologías ágiles y entrevistas semiestructuradas, a través de las cuales se identificarán y seleccionarán buenas prácticas de agilidad que ya han sido implementadas en diferentes proyectos y que pueden ser adaptadas a las características de los

proyectos que se tienen en la industria de Oil&Gas, los cuales típicamente se desarrollan siguiendo una estructura de cascada que involucran varias etapas de ejecución durante su ciclo de vida, que pueden ser complejas y que por lo tanto, implican alta inversión y baja tolerancia al riesgo.

3. Población y Muestra

La población de estudio corresponde a proyectos a nivel mundial que han sido documentados y que han utilizado metodologías y líneas de pensamiento ágiles durante su implementación. De acuerdo con la variable de estudio y los objetivos de este trabajo, el tipo de muestreo elegido es de tipo teórico y por conveniencia.

El muestreo teórico y por conveniencia se hizo mediante la identificación de proyectos exitosos (casos de estudio) que han empleado metodologías ágiles y que cumplen con las características de proyectos descritas anteriormente, los cuales están documentados y disponibles en bases de datos, artículos y demás fuentes indexadas. Adicionalmente, se realizaron tres entrevistas a profesionales con alta experiencia en gestión de proyectos en enfoques tradicionales y ágiles.

De acuerdo con estos parámetros, para el presente estudio se han tomado como muestra seis casos de estudios y tres entrevistas, considerando que las metodologías ágiles no tienen aún una fuerte implementación en proyectos complejos distintos a TI y por tanto el acceso a la información es limitado.

En el Anexo No 1 se describen de manera general los casos de estudio identificados por los autores a través de recopilación de bibliografía. Con base en esta información se hará un análisis

y se definirán las variables (buenas prácticas empleadas), que puedan ser incorporar en proyectos de Oil&Gas.

4. Selección de métodos o instrumentos para recolección de información

El método elegido para recolectar información es el análisis de contenido de los casos de estudio documentados y entrevistas. Para los casos de estudio, se implementará como instrumentos cuadros comparativos de las diferentes variables de estudio, considerando parámetros como: tipo de proyectos, impacto/beneficio, fase de implementación, metodología empleada y dificultades de la implementación. Estos instrumentos permitirán agrupar y organizar la información recopilada mediante la revisión bibliográfica, de tal manera que permita el análisis de la información y correlación de variables para recomendar y/o extrapolar buenas prácticas ágiles a ser implementadas en la industria de Oil&Gas.

Para las entrevistas, como instrumento, se implementará un cuestionario base con algunas modificaciones en los tipos de preguntas según el perfil del entrevistado. Para este estudio se consideraron tres tipos de perfiles: (i) profesionales de gestión de proyectos con experiencia en implementación de metodologías ágiles (ii) Profesionales de gestión de proyectos con experiencia en el desarrollo de proyectos del sector de Oil&Gas y (iii) Profesionales de gestión de proyectos que han trabajado una combinación de metodologías (tradicionales y ágiles) en los proyectos, ya sea de manera conjunta o independiente.

Presentación y análisis de resultados

Como resultado de la investigación no experimental obtenida de los casos de estudio abordados en este documento, así como las entrevistas semiestructuradas realizadas, los cuales, fueron analizados de acuerdo a las variables de estudio relacionadas en la metodología de investigación y conforme al tipo de muestreo elegido, se expone a continuación el análisis cualitativo respecto a la implementación de buenas prácticas ágiles en proyectos de diferentes sectores productivos, que sirven de referentes en la investigación para la implementación en proyectos de la industria Oil&Gas.

1. Casos de estudio

El muestreo teórico y por conveniencia definido para esta investigación, se realizó a partir de la selección de seis casos de estudio reales referidos a nivel mundial, de la experiencia en gerencia de proyectos y la implementación de metodologías ágiles en sectores productivos de la industria automotriz, construcción, manufactura y energía.

A continuación, se realiza la descripción y análisis de cada uno de los casos de estudio, considerando factores como metodología empleada, dificultades de la implementación y beneficios obtenidos, detallados en el Anexo No 1.

1.1 Perforación de pozos de Gas en el Bloque Caporo - Drummond

Drummond Company Inc es una organización conocida en nuestro medio por sus actividades en minería de carbón, con operaciones en Estados Unidos (Alabama) y Colombia, bajo los proyectos La Loma y El Descanso (Cesar), manejando reservas de más de dos mil millones de toneladas y vendiendo más 30 millones de toneladas métricas de carbón a clientes en todo el mundo.

Paralelo al desarrollo minero está la exploración y desarrollo de proyectos de gas metano asociado a fuentes no convencionales (carbón y gas de esquisto). La compañía cuenta con dos contratos para el desarrollo de este hidrocarburo, uno en el departamento del Cesar y el otro en La Guajira, en asocio con Ecopetrol. Para el primer caso y como caso de estudio, este trabajo se focaliza en las actividades realizadas en el campo Caporo Norte.

Drummond, como medida para solucionar problemas de comunicación y colaboración inadecuada entre las diferentes áreas, implementó en su división de Gas, herramientas de la metodología Scrum para el desarrollo de un proyecto de perforación de pozos de gas en el Bloque Caporo, localizado al norte de Colombia (La Loma, Cesar), y adicionalmente adelantó mejoras tecnológicas en comunicación entre las diferentes sedes de la compañía. Entre las herramientas de Scrum implementadas se pueden mencionar las siguientes:

- Lanzamiento de un Executive Action Team (EAT) conformado por ejecutivos del más alto nivel en jerarquía. El vicepresidente se convirtió en el Chief Product Owner que gestionó el Product Backlog principal.
- Definición de un único product backlog.
- Implementación de Spring de dos semanas de duración.

- Reuniones diarias del EAT de 15 minutos, para identificar impedimentos.

Estas medidas, junto con el cumplimiento de otros lineamientos definidos en la metodología Scrum, permitieron obtener los siguientes beneficios:

- Los retrasos se redujeron y los impedimentos se resolvieron en horas, en lugar de semanas.
- Aumentó la motivación, la transparencia y el enfoque del equipo.
- Aumentó la sincronización de las áreas y el entendimiento de las actividades que adelanta cada una.
- Antes de implementar herramientas ágiles, el pozo más rápido que Drummond había perforado tomó 10 días para finalizar. Luego de la implementación, el tiempo de perforación promedio para cada pozo se redujo a 6 días.

1.2 Construcción, instalación, pruebas y puesta en operación de sistemas de soporte de plantas nucleares - Centrus Energy Corp

Centrus Energy Corp, es un proveedor de combustible (uranio poco enriquecido) para centrales nucleares, que también presta servicios para la industria de energía nuclear. Su sede se encuentra en Bethesda, Maryland, con operaciones significativas en Piketon, Ohio y Oak Ridge, Tennessee. Entre los años 2012 y 2014 desarrolló, en conjunto con el Departamento de Energía de EE UU, la construcción, instalación, pruebas y puesta en marcha de un sistema de soporte de plantas nucleares mediante centrífuga y una batería de 120 máquinas a ser incorporadas en la planta de Peketon, esto como parte del programa cooperativo de investigación, desarrollo y demostración (RD&D).

El proyecto se ejecutó con el apoyo de más de 1,100 trabajadores, 169 empresas de 28 estados, una inversión de 350 millones de dólares y un entorno altamente regulado por la Comisión de Regulación Nuclear (NRC) y el Departamento de Energía (DOE). Su ejecución empleó metodologías tradicionales en sus fases de planeación y seguimiento, y su concepción de transferencia secuencial entre actividades se mantuvo. Sin embargo, adoptó los principios y herramientas ágiles en su fase de ejecución que le permitió desarrollar el proyecto de manera exitosa, es decir completado a tiempo y dentro del presupuesto, sin problemas de seguridad y sin hallazgos o no conformidades de las diversas agencias de supervisión o regulación.

Los principios ágiles implementados en la ejecución de este proyecto y que fueron expuestas por Rahman, Sharif, Esa (2013), son los que se indican en la Tabla 1.

Tabla 1: Adaptación de principios ágiles en caso de negocio de Centrus Energy Corp

Principio Ágil	Adaptación al proyecto RD&D
Satisfacer al cliente a través de entregas tempranas y continuas	Puesta en operación de subsistemas que estuvieran listos, entrando en operación temprana (por ejemplo, sistema de agua). Se evitó una única entrega masiva a la operación al finalizar el proyecto.
Los cambios son permitidos, incluso en etapas tardías de desarrollo	Se desarrolló un equipo integrado para la revisión de los procesos que involucró a todos los interesados y al cliente desde un principio, para garantizar que todos los requerimientos fueran incluidos, minimizando de esta manera los cambios.
Conversación cara a cara como mejor forma de comunicación y	Se implementaron reuniones semanales de seguimiento para identificar el trabajo por hacer, las restricciones y el apoyo requerido para eliminar las

colaboración

restricciones. Se tenía personal de Centrus tiempo completo en las oficinas del diseñador, y este a su vez tenía personal en campo asegurando la construcción. De esta manera se identificaron problemas y se atendieron de manera inmediata.

Individuos motivados, mediante un entorno de confianza para realizar el trabajo

Se fomentó un ambiente de equipo que mantenía una motivación alta, alentando la contribución individual para ofrecer mejoras e informando de manera adecuada y efectiva la visión, los objetivos y los hitos a todos los interesados.

Desarrollo sostenible, mantener un ritmo constante y equipos auto-organizados

El equipo se mantuvo activo todo el tiempo, incluso cuando se tenían tareas puntuales retrasadas o contratiempos en llegada de insumos y materiales. Todo el personal hacía parte directamente del equipo de Centrus.

Atención continua a los aspectos técnicos (excelencia y buen diseño). La simplicidad, el arte de maximizar la cantidad de trabajo no realizado.

Se aseguró que se realizarán los mejores diseños tan rápido como fuera posible. Se brindó soporte técnico en fases de implementación para resolver preguntas y aclarar conceptos de manera inmediata. Hubo un esfuerzo inicial en simplificar los diseños reduciendo costos y tiempos de ejecución y haciéndolos de fácil entendimiento e implementación.

Con regularidad el equipo reflexiona en cómo ser más eficaz y luego ajusta su comportamiento en consecuencia.

En las reuniones semanales de seguimiento, se revisaron de manera específica las lecciones aprendidas (cómo hacer más seguro, rápido y mejor el proyecto), las cuales se iban implementando a medida que avanzaba el proyecto. Adicionalmente, al final de cada fase se realizaron talleres de lecciones aprendidas.

1.3 Construcción edificios multifamiliares

Se implementó Scrum en un proyecto de construcción de edificios multifamiliares para el mercado suizo, con una superficie total de 2100 m² divididos en once pisos y 200 m² de espacio comercial. El proyecto estaba conformado por seis fases que empleaba un enfoque secuencial tradicional: (1) Planificación Estratégica, (2) Estudios Preliminares, (3) Maduración del Proyecto, (4) Invitación a Ofertar, (5) Implementación y (6) Administración.

El estudio de caso se centró en la implementación de Scrum para las fases 2 y 3, donde la fase 2 comienza con la definición del proyecto y el estudio de prefactibilidad y finaliza con la selección del mejor proyecto para cumplir con los requisitos definidos por el cliente; y en la fase 3, se busca como objetivo optimizar la rentabilidad y optimización de costos. Al final de estas dos fases, debería estar todo listo para la aplicación del permiso de construcción.

De acuerdo con lo descrito por Streule, Miserini, Bartlomé, Klippel, & de Soto (2016), se adoptaron las siguientes herramientas ágiles para lograr los objetivos específicos del proyecto:

- Equipo Multidisciplinario, conformado por siete personas de cada una de las áreas involucradas en el proyecto.
- Se implementaron eventos Scrum, tales como sprint planning y sprint review donde asistían los miembros del equipo, junto con el Scrum Master y Product Owner.
- Se hacían reuniones diarias para intercambiar información.
- Se implementó durante cada Sprint el uso de Planning Poker, la cual es una técnica para determinar el esfuerzo que será invertido en cada uno de los ítems del product backlog o listado de tareas.

- El equipo Scrum definió la duración de los Sprint a dos semanas, lo que permitió un marco de tiempo que fuese realista.
- Se implementó la herramienta de Tablero Kanban, empleando uno físico y otro virtual, para realizar un seguimiento de lo que era importante en cada Sprint y durante todo el proyecto.

Los beneficios que se identificaron al implementar estas herramientas fueron: mayor transparencia, mejor comunicación y colaboración, un mejor flujo de información y desarrollo del proyecto más rápido. Otros de los beneficios que se percibieron al usar herramientas de Scrum, es que las reuniones permitieron que los miembros del equipo vieran los puntos de vista de los demás y entendieran por qué se hizo algo de cierta manera, haciendo que puedan aprender de otras áreas y generar equipos multifuncionales. Por último, el tablero Kanban fue muy útil en el equipo para realizar el seguimiento del desarrollo de las tareas.

Una de las dificultades al momento de la implementación fue que el equipo de desarrollo del proyecto tenía bajo conocimiento de la metodología Scrum, por lo que las responsabilidades de los miembros del equipo no estaban claras ni definidas; razón por la cual al inicio las reuniones se extendían por más tiempo, hasta que comprendieran los eventos, artefactos y roles; esto también generó dificultad en la definición de las tareas para cada sprint y su duración, haciendo necesario hacer ajustes durante la ejecución del proyecto.

1.4 Construcción Torres Comerciales y Hotel - PSP Projects

La empresa PSP Projects Ltd, dedicada a la construcción para diferentes sectores, implementó Scrum para dos proyectos que se encontraban en sus fases iniciales de construcción y a la fecha

del cambio de enfoque gerencial, registraban retrasos en su ejecución. Uno de los proyectos consistía en la construcción de torres comerciales de 12 pisos de altura, con un área de construcción de 41.510 m², llamado One 42 Amaya, mientras que el otro correspondía a la construcción de un edificio de hotel de 9 pisos de altura, con un área de construcción de 32.600 m², llamado Ibis Brigade. El resultado de la implementación de Scrum en estos proyectos fue presentada por Pareliya (2018), quien identificó las siguientes herramientas de Scrum implementadas: Reunión diaria, Reunión retrospectiva, Reunión del sprint y asignación de Scrum Master. El uso de estas herramientas incrementaron la comunicación dentro del equipo, lo cual permitió reducir paulatinamente el retraso existente al momento de iniciar con la implementación de Scrum en el proyecto.

Por otra parte, dado que no todo el equipo estaba familiarizado con Scrum, al principio se presentaron dificultades en entender la nueva metodología y en el cambio del esquema tradicional al ágil.

1.5 Diseño y fabricación de equipos de prueba de microprocesadores - Intel

La empresa Intel implementó la metodología Scrum en proyectos de diseño y fabricación de equipos utilizados para las pruebas de sus microprocesadores. Sus proyectos son desarrollados en tres etapas, con un equipo multidisciplinario ubicado en diferentes lugares, con distintas culturas y entornos.

Para la implementación de la nueva forma de trabajo se empleó un grupo de 50 personas, se realizaron capacitaciones al equipo en la metodología Scrum y se asignó el rol de Scrum Master. Sin embargo, tres gerentes senior no tomaron la capacitación, lo que generó dificultades en el proceso de implementación.

Inicialmente se crearon siete grupos, cada uno con un Scrum Master. La condición para asumir los roles de Scrum Master era que estuvieran ubicados en equipos en los que no tenían una participación técnica. Esto ayudó a evitar conflictos de interés entre sus propios proyectos técnicos y sus responsabilidades de facilitador.

Las herramientas aplicadas en la implementación de la nueva forma de trabajo en intel y mencionadas por Elwer (2008) fueron las siguientes:

- Se formó un Equipo de Acción de Proceso (PAT) para monitorear el desarrollo de Scrum dentro de los equipos piloto y brindar apoyo para las preguntas del proceso.
- Se formó un equipo Multidisciplinario con roles definidos, así: Una persona decide qué hacer (responsabilidad); otra persona define cómo se hará (conocimiento); una tercera persona lo implementa (acción); y una cuarta persona valida el trabajo (retroalimentación).
- Se implementaron eventos Scrum, tales como: Sprint planning y sprint review, donde asistían los miembros del equipo, junto con el Scrum Master.
- Se hacían reuniones diarias para intercambiar información.

La aplicación de Scrum tuvo un impacto en cuatro aspectos principales: tiempo de ciclo, rendimiento según el cronograma, moral y transparencia. los beneficios obtenidos fueron:

- Scrum fue uno de los principales contribuyentes a una reducción del 66% en el tiempo de elaboración del producto final.
- Se estableció y mantuvo una planificación basada en disponibilidad de recursos, con Sprint de duración de dos semanas durante más de un año.

- Se tuvo un mayor cumplimiento de compromisos por parte del equipo mediante la priorización de tareas.
- Los clientes y la alta gerencia cambiaron sus comportamientos para cumplir los compromisos dentro de la duración de los Sprint.
- Se mejoró la comunicación y satisfacción laboral del equipo, logrando así un mejor desempeño.
- Al emplear esta metodología se puso en evidencia errores, impedimentos, herramientas débiles y malas prácticas, lo cual generó un ambiente de transparencia.
- Se optimizó el uso de los costos para ejecutar el proyecto, mediante una asignación de recursos específica para cada sprint.

1.6 Implementación de Kanban en una línea de producción - Toyota Motor Corporation

Durante el proceso de fabricación de la tapa de culata (BLM CHC) para el modelo de camioneta Proton, en su fábrica de Malasia, Toyota Motor Corporation empleaba pronósticos de mercado para determinar la cantidad de producción de esta pieza, sin tener en cuenta los requisitos reales del cliente, produciendo de esta manera dificultades para responder a los requisitos cambiantes de la demanda. Adicionalmente, el producto terminado se enviaba al área de almacenamiento, produciendo congestión y desorganización en las bodegas y generando la necesidad de tener un gran espacio de almacenamiento.

Para superar este problema, Toyota Motor Corporation le dió un nuevo enfoque estratégico a su fábrica al implementar la práctica Just in Time (JIT) a través del sistema Kanban para este

proceso de fabricación, y así responder a los requisitos reales del cliente, asegurando el suministro de la parte correcta, en la cantidad correcta, en el lugar correcto y en el momento correcto, logrando una gestión y control del flujo de material en la fabricación. Aplicó el sistema Kanban mediante dos tarjetas: La tarjeta PWK para retirar los bienes necesarios del proceso anterior y la tarjeta PIK para dar instrucciones al proceso anterior de producir lo que se necesita para la reposición del inventario. Se estableció que la producción debía ser monitoreada, y definió el modelo de hitos en el tablero Kanban con el siguiente orden: el primero que entra a la línea, es el primero que sale para entrega. Para el monitoreo, desarrolló signos de color y los utilizó para visualizar el rendimiento de la línea del proceso. Estas herramientas se utilizaron para visualizar anomalías y ayudar al área de producción a trabajar de acuerdo con el tiempo establecido.

De acuerdo con lo mencionado por Naufal, Jaffar, Yusoff, & Hayati. (2012), después de la implementación del sistema Kanban en la línea de fabricación BLM CHC, se logró una mejora en:

- Reducción del tiempo de entrega en un 40%,
- Reducción del inventario en proceso en un 23% y reducción del inventario terminado en un 29%.
- Reducción del área de almacenamiento del inventario terminado en un 4%.
- Mejora en la eficiencia, costo de operación y competitividad.

2. Entrevistas

El muestreo elegido para esta investigación contempla adicionalmente entrevistas semiestructuradas realizadas a expertos en gerencia de proyectos, quienes han estado involucrados con la gestión e implementación de metodologías tradicionales y/o ágiles en diferentes proyectos. En el Anexo No 2 se presenta las preguntas que se emplearon como modelo para las entrevistas semiestructuradas y en el Anexo No 3 se presenta los beneficios, limitaciones y recomendaciones al implementar agilísimo en proyectos, que expresados por los entrevistados.

2.1 Entrevistado No 1

Profesional que se desempeña como consultor, coach y docente en áreas de gestión de proyectos bajo marcos tradicionales predictivos y marcos ágiles, con más de 15 años de experiencia en sectores de desarrollo de software, bancos, Oil&Gas, automotriz, ingeniería y el sector público. Adicionalmente, se ha desempeñado en cargos de gestión de proyectos y PMO en empresas multinacionales y actualmente es fundador de una empresa en consultoría y entrenamiento en área de Business Agility aplicando marcos como Scrum y Kanban y en metodologías predictivas como IPMA y PRINCE2. Cuenta con maestría y doctorado en administración de empresas, un postgrado en gestión de proyectos avanzada y dos especializaciones. Está certificado en: Accredited Kanban Trainer (AKT), Kanban Management Professional (KMP), Team Kanban Practitioner (TKP), Scrum Master, Scrum Product Owner, Project Management Professional (PMP), Risk Management Professional (PMI-RPM) y PRINCE2 Practitioner.

En el desarrollo de su carrera profesional, ha tenido la oportunidad de asesorar a diferentes empresas de distintos sectores económicos en la aplicación de diferentes metodologías y herramientas de gestión de proyectos que mejor se adaptan a cada caso, y en esta labor ha identificado ciertas ventajas al momento de implementar algunas herramientas ágiles en la gestión de proyectos, tales como:

- Brindar facilidad para organizar el trabajo diario.
- Tener una mayor visibilidad de lo que está sucediendo en el proyecto y concretamente en las tareas.
- Coordinar mejor al equipo de trabajo en sus actividades, roles y responsabilidades, y tener claras las prioridades y las fechas límites.
- Aumentar y mejorar la comunicación y colaboración entre los equipos del proyecto y crear más transparencia en los hitos y compromisos.
- Trabajar de manera más ágil con el cliente en etapas de planificación, haciendo entregas anticipadas, más frecuentes y con ciclos de retroalimentación más cortos.
- Visualización temprana de riesgos, problemas y retrasos en el proyecto durante su ejecución.
- Se promueve una cultura de retrospectiva frecuente y de lecciones aprendidas que pueden ser implementadas en fases tempranas del proyecto y durante su ejecución (con un seguimiento frecuente) y no al finalizar el mismo.

Por otra parte, a través de su experiencia, el entrevistado menciona que no en todos los proyectos pueden implementarse enfoques ágiles en su ejecución, recomendando su uso para aquellos proyectos en los que se tiene poco conocimiento del entorno, de los gustos de los

clientes y de las tecnologías. Considera que el enfoque ágil tiene limitaciones en casos de proyectos que:

- Tienen una alta interrelación o dependencia entre subsistemas, áreas o paquetes de trabajo.
- Los costos asociados con los cambios (costos hundidos) son altos.
- El alcance no puede ser modificado fácilmente y el cliente o los inversionistas exigen que el alcance tenga un grado de definición alto antes del inicio del proyecto.

2.2 Entrevistado No 2

Profesional en ingeniería mecánica con especialización en gerencia de proyectos, que actualmente se desempeña como Gerente de proyectos en una multinacional de transformadores. Tiene experiencia de más de 10 años liderando proyectos bajo metodologías tradicionales y 5 años combinando la ejecución de estos proyectos con el uso de herramientas ágiles.

Los proyectos típicos en los que ha participado varían de dos meses a 1 año y contienen 7 fases: i) ofertas, ii) ventas, iii) diseño, iv) compras, v) fabricación (núcleos, bobinas, aislamientos, metalmecánica, soldadura, pintura y armado), vi) pruebas y vii) despacho. Los transformadores se fabrican en 3 líneas de producción según su tamaño, denominadas: “Small distribution Transformers”, “Medium distribution Transformers” y “Large distribution Transformers”

La adopción de herramientas ágiles fue implementada por primera vez en la línea de producción “Small” y luego de 3 meses se empezó a adoptar en las 2 líneas restantes. Las principales motivaciones de la organización para introducir herramientas ágiles según el

entrevistado fueron: resolver los imprevistos que se presentan durante la ejecución de manera rápida y mejorar la visibilidad de los problemas, para identificar de manera rápida la causa raíz.

La metodología implementada consiste en un seguimiento de los inconvenientes diarios. Mediante un tablero el cual está dividido por las distintas áreas que están involucradas en el proceso de producción de los transformadores (compras, diseño, pintura, metalmecánica, etc) se ubican fichas de colores (dependiendo del área) en las cuales se anota el nombre del problema, quién lo detectó, quién es el responsable y la tarea a realizar, con su fecha límite. Si la tarea no es resuelta dentro de los siguientes 5 días, el problema es escalado a los jefes respectivos.

El entrevistado menciona que los principales beneficios de adoptar esta metodología ágil son:

- Dar solución de manera rápida a problemas.
- La producción no se detiene por problemas mínimos.
- Se presenta una mayor transparencia de los problemas.
- Se tiene más claridad de las prioridades y fechas límites.

2.3 Entrevistado No 3

Profesional en ingeniería industrial con maestría en dirección de proyectos y especialización en gerencia de proyectos, certificado como Project Management Professional (PMP) y Scrum Master. Con más de 14 años de experiencia como profesional de proyectos y profesional de PMO, de los cuales 7 años han sido en proyectos de la industria Oil&Gas asociados con oleoductos, exploración y producción; también cuenta con experiencia en la industria automotriz y de energía; como consultor nacional e internacional en varios proyectos y como docente universitario.

En el desarrollo de su experiencia profesional, ha tenido la oportunidad de implementar metodologías como Stage-Gate para grandes proyectos de infraestructura que requieren de grandes inversiones. También ha trabajado en la implementación de metodologías ágiles, especialmente Scrum, y en consultorías utilizando modelos híbridos en los cuales aplicó el concepto de Sprints en algunos paquetes de trabajo de la WBS para entregar valor rápidamente al cliente.

El entrevistado menciona que, con la implementación de metodologías híbridas (es decir que combinan ágiles y tradicionales), se logra el beneficio de la agilidad en la entrega del valor del negocio, manteniendo la predictibilidad de un modelo tradicional. Sin embargo, menciona que existen algunas dificultades que se pueden presentar al tratar de introducir ágiles en proyectos manejados normalmente por tradicionales, tales como:

- Es difícil cambiar la mentalidad de las personas y hacer que se adapten rápidamente a este tipo de metodologías.
- No se puede contar con un plan de hitos a largo plazo para la alta gerencia, considerando que la planeación de entregables se hace por sprint.
- Los entregables dependen de la priorización dada por el cliente, por lo que si se prioriza mal, los ejecutores van a desarrollar algo que no es importante para ese momento.
- Los equipos son conformados por un grupo pequeño de expertos que tienen alta presión para cumplir el tiempo del sprint, en donde la ausencia de uno de los integrantes tendría un impacto importante en la velocidad del trabajo y cumplimiento de las metas del proyecto.

De acuerdo con la experiencia que tiene en la industria Oil&Gas, da algunas recomendaciones para aplicar metodologías y herramientas ágiles en este tipo de proyectos, como:

- No se debe considerar a Scrum como un marco aplicable para todo tipo de proyecto ni para todas sus fases, porque se podría destruir la capacidad del negocio de generar valor.
- Se recomienda ágil cuando se tiene alta incertidumbre en los alcances del proyecto.
- La duración del sprint debe ajustarse para cada backlog, considerando que los esfuerzos para cada entregable son diferentes, y no debe fijarse de manera constante para todo el proyecto.
- Iniciar la implementación de estas metodologías en prototipos o proyectos pequeños, con el fin de entrenar a las personas y mostrar a la alta gerencia sus ventajas y aplicabilidad en la organización.
- Los niveles de incertidumbres en proyectos de Oil&Gas se encuentran en las primeras fases, en las cuales podría ser recomendable el uso de ágiles, ya que ayuda a eliminar la incertidumbre y enfocar los esfuerzos en aquello que genera más valor. En fases más avanzadas pueden ser empleadas como seguimiento y control.
- A las reuniones diarias sólo se recomienda que asistan los responsables de los entregables, respetando el tiempo para no sobrepasar los 15 minutos.
- Recomienda que, si se busca implementar metodologías ágiles en proyectos de Oil&Gas, esto se haga de manera híbrida, es decir combinándolas con metodologías tradicionales y no de manera exclusiva.
- Cuando el proyecto tiene un presupuesto fijo, el Product Owner es quien debe priorizar la lista de solicitudes y decidir cuáles actividades se ejecutan y cuáles no.

3. Análisis de la información

La gestión de proyectos tradicional, también llamada predictiva, es la metodología de gestión de proyecto más empleada en los casos en los que mediante un proceso de maduración y planeación, el alcance, tiempo y costos ya se encuentran definidos con un grado de certidumbre tal que permite iniciar los proyectos con la premisa de bajo riesgo de cambios durante su ejecución a causa de imprecisiones o incertidumbres en el alcance de los trabajos a ejecutar. Bajo este marco de gestión de proyectos, se considera una estructura ordenada y secuencial de ejecución de las actividades del proyecto en sus diferentes fases, empleando una combinación de prácticas y procesos de gestión en donde sus entradas, herramientas y salidas están claramente definidas para todas las etapas del proyecto (inicio, planeación, ejecución, monitoreo y control y cierre).

En general, al emprender cualquier tipo de proyecto y bajo cualquier marco de gestión, se busca cumplir con las expectativas de los stakeholders, logrando llegar a su culminación dentro del plazo y presupuesto definidos en las fases de planeación, manteniendo los estándares de calidad y seguridad, y entregando así la promesa de valor esperada por los shareholders. Sin embargo, en muchas ocasiones los proyectos no resultan como se esperaba y pese a un proceso de maduración exhaustivo y a una ejecución estructurada y secuencial, presentan problemas durante su ejecución que hacen que se atrasen sus actividades y se generan sobre costos.

Con el desarrollo de esta investigación y con base en la experiencia de los autores de este documento se ha logrado identificar que, en el caso de los proyectos desarrollados en la industria de Oil&Gas, cuya inversión es alta y se tiene baja tolerancia al riesgo y a los cambios por

implicar costos hundidos importantes, existen algunas oportunidades de mejora en la gestión de estos proyectos, tales como:

- Existe una alta burocracia para la toma de decisiones que ralentiza los procesos y desarrollo de las actividades del proyecto.
- Al ser proyectos con un alcance tan amplio, las actividades son desarrolladas por distintos equipos de trabajo que en muchas ocasiones no interactúan adecuadamente entre sí, y en donde las lecciones aprendidas de cada equipo son pocas veces socializadas con los demás integrantes del proyecto en una etapa temprana de ejecución.
- La solución a problemas e imprevistos en muchas ocasiones no es inmediata, dado que no se comunica adecuada ni oportunamente a las personas indicadas, y la toma de decisión necesaria para llevar a cabo la solución en ocasiones requiere de un proceso burocrático que dificulta su agilidad.
- Al ser proyectos de alcance amplio y complejo y con equipos de trabajos conformado por un gran número de personas, no todas las actividades del proyecto son socializadas a todos los integrantes del equipo, lo que hace que no se tengan claros los hitos del proyecto y el equipo no enfoque sus esfuerzos a las tareas que son prioritarias e importantes.

En contraste, las metodologías ágiles tienen un enfoque orientado a buscar flexibilidad, simplicidad, iteraciones en períodos cortos de tiempo, y valor agregado de forma incremental. De acuerdo con la información recopilada en esta investigación, los principales beneficios de implementar metodologías ágiles son: aumentar la velocidad de entrega del producto/servicio, incrementar la productividad del equipo del proyecto, brindar mayor transparencia en el

desarrollo de las actividades y reducir la probabilidad de materialización de riesgos del proyecto al identificar imprevistos de manera oportuna.

La revisión y análisis de la información recopilada como parte del desarrollo de este trabajo de investigación, nos ha permitido determinar que los marcos de referencia o herramientas ágiles que se han implementado con mayor frecuencia en proyectos que implican alta inversión y baja tolerancia al riesgo, como los de la industria de Oil&Gas, son Scrum y Kanban, las cuales han sido útiles para abordar los problemas anteriormente mencionados en estos proyectos.

Tanto los casos de estudios como las entrevistas realizadas nos permitieron identificar las herramientas y buenas prácticas ágiles empleadas en proyectos que han contribuido decisivamente a subsanar estos inconvenientes, por ejemplo, la ejecución de reuniones diarias de corta duración para identificar el trabajo por hacer, los impedimentos presentados y el apoyo requerido para eliminar esos impedimentos. Paralelamente y tal como reportado por quienes implementaron estas herramientas, las reuniones diarias permitieron mejorar la comunicación y la sincronización entre áreas. En este punto es crucial tener un número limitado de integrantes que involucre desde un principio a todos los interesados (entre ellos, al cliente y a los responsables de los entregables), para garantizar que todos los requerimientos sean incluidos, minimizando de esta manera los cambios en el proyecto. Entre más alto sea el nivel jerárquico de los integrantes del equipo, mayor probabilidad de resolver impedimentos rápidamente, tal como fue documentado en el caso de Drummond, donde el vicepresidente era el Product Owner del proyecto que gestionó el Product Backlog principal, logrando reducciones en tiempos de ejecución.

Otra de las buenas prácticas identificadas fue la implementación de Sprint con participantes multidisciplinarios, donde lo verdaderamente crucial fue el énfasis dado al cumplimiento de los entregables esperados en cada Sprint, tal como lo indicó Intel, reportando reducciones en tiempo de entrega del producto final hasta de un 66%. Además, de garantizar un ritmo constante del equipo de trabajo, esta interrelación ponía en evidencia errores, herramientas débiles y malas prácticas, lo cual generó un ambiente de transparencia, produciendo al final, un mejor desempeño del equipo. Estos últimos efectos también se observaron al implementar el uso del tablero Kanban, el cual permitió una mejor organización del trabajo diario, teniendo claro las prioridades y fechas límites, tal como fue reportado en el caso de estudio de Toyota quienes redujeron con esta herramienta sus inventarios y los tiempos de entrega. Como es una herramienta visual, permite poner en evidencia lo que ocurre en el proyecto y visibilizar de manera temprana los riesgos e inconvenientes durante la ejecución, lo cual redundaba en una mayor transparencia y creación de confianza entre los miembros del equipo. Algunos de estos beneficios también fueron reportados en el caso de construcción de edificios multifamiliares al combinar esta herramienta con Scrum para el seguimiento del avance de las tareas.

Finalmente, otra herramienta potente identificada fue la realización de reuniones retrospectivas implementadas en diferentes casos de estudio y recomendadas por los expertos entrevistados. En dichas reuniones se reflexionaba en cómo ser más eficaz, que no es otra cosa que hacer más seguro, rápido y mejor el proyecto. Estas reflexiones permitían identificar oportunidades de mejora que eran implementadas en el propio proyecto a medida que este avanzaba.

Pese a los beneficios identificados y mencionados anteriormente, al implementar herramientas y buenas prácticas ágiles en los proyectos, se identificaron también algunas limitaciones y dificultades durante su implementación las cuales se presentarán en mayor o menor proporción según el tipo de organización que desarrolle el proyecto, el nivel de madurez de este y la experiencia o conocimiento del equipo de trabajo con metodologías ágiles.

Generalmente el concepto de implementación ágil de proyectos considera equipos de trabajo pequeños, autónomos y multidisciplinarios, lo que es ventajoso al momento de realizar el trabajo de manera colaborativa y tomar decisiones rápidas. Sin embargo, esto implica el riesgo de que ante la salida del proyecto de uno de los integrantes del equipo, su reemplazo puede ser difícil y cada día de ausencia genera un impacto importante en el desarrollo de las actividades del proyecto.

Por otra parte, y de manera común, se mencionó por los expertos entrevistados y en los casos de estudio que por lo general existe una resistencia al cambio en las organizaciones para incorporar agilismo en los proyectos cuando se viene trabajando con un modelo de gestión tradicional, la cual requiere ser gestionada de manera adecuada y supone un involucramiento de todos los niveles de la organización, principalmente de niveles altos. Superar esta limitación será lo que permita realmente promover una cultura ágil en la organización. Asociada con la dificultad en la implementación de agilismo por resistencia al cambio de las organizaciones, se suma la falta de capacitación y desconocimiento de las metodologías ágiles, que para sectores como el de Oil&Gas resultan ser de surgimiento reciente, y en este sentido, si además del equipo de trabajo también hay un desconocimiento de estas herramientas por parte del cliente y de los

proveedores y/o aliados estratégicos, se genera un fuerte impedimento para implementar estas herramientas de manera exitosa.

Otra de las limitaciones que se identifican al incorporar herramientas ágiles en proyectos de Oil&Gas está en que no siempre es posible aplicar la misma herramienta para todos los proyectos, y por otra parte una misma herramienta tiene aplicabilidad en proyectos similares pero en distintas etapas según su grado de madurez, lo cual limita la estructuración de procedimientos, políticas y estándares para gestión de proyectos, que para el caso de la industria de Oil&Gas suelen ser establecidos en cada organización con el fin de seguir con los estrictos procedimientos de control y auditorías.

Con base en el trabajo de investigación desarrollado, se encontró que las herramientas revisadas han contribuido al éxito de otro tipo de proyectos, y luego de analizar las mismas en diferentes contextos de aplicación, se encuentra que estas pueden ser adaptadas y resultan viables para ciertas etapas de los proyectos de Oil&Gas, pero considerando algunas limitaciones. Por otra parte, dado que a la fecha no hay aún un amplio conocimiento experimental sobre el tema, se sugiere continuar con el estudio en fases experimentales, iniciando con proyectos piloto de baja envergadura.

Conclusiones y recomendaciones

- Las herramientas ágiles revisadas han contribuido al éxito de otro tipo de proyectos, y luego de analizar las mismas en diferentes contextos de aplicación, se encuentra que estas pueden ser adaptadas y resultan viables para ciertas etapas de los proyectos de Oil&Gas, pero considerando algunas limitaciones.
- Dentro de los marcos de referencia y metodologías ágiles revisadas en esta investigación se encuentra que las herramientas y principios que usan Scrum y Kanban son las que mejor podrían adaptarse a proyectos de Oil&Gas.
- Los principales beneficios de implementar metodologías ágiles son: aumentar la velocidad de entrega del producto/servicio; incrementar la comunicación, el enfoque a tareas críticas y la productividad del equipo del proyecto; brindar mayor transparencia en el desarrollo de las actividades; hacer mejora continua de los procesos mediante la aplicación de lecciones aprendidas de manera inmediata; y reducir la probabilidad de materialización de riesgos del proyecto al identificar y gestionar imprevistos de manera oportuna. Todos estos beneficios ayudan a subsanar los problemas identificados para los proyectos de Oil&Gas.
- De acuerdo con la opinión de los expertos entrevistados, es viable implementar herramientas ágiles en etapas tempranas de ejecución (fases de planeación y diseño), donde los impactos que podrían generar los cambios son manejables. Sin embargo, para etapas avanzadas de ejecución del proyecto, donde los cambios tienen impactos mayores

en costos y en afectación a otras áreas del proyecto, la aplicación de las metodologías y herramientas ágiles se ve limitada a procesos de seguimiento y control del trabajo a gestionar a nivel de tareas, y a procesos de gestión y liderazgo de equipos de trabajo.

- La incorporación de herramientas ágiles durante las fases de ejecución y planeación pueden ser útiles para lograr una gestión acelerada, principalmente asociada a la toma de decisiones, mediante el involucramiento de la alta gerencia en la solución de los principales imprevistos, a través de reuniones frecuentes y de la definición de un Product Owner de alto nivel.

- De tener la intención de incorporar agilismo en proyectos de Oil&Gas, es recomendable implementar metodologías híbridas que se complementen entre sí y que brinden valor a la gestión, según la fase de maduración y ejecución en la que se encuentre el proyecto, y no limitarse al uso de una única metodología, marco de gestión o herramienta, dado que puede haber casos en donde su aplicabilidad sea condicionada.

- En los proyectos en los que se tiene poco conocimiento del entorno, de las expectativas y requerimientos de los clientes, de las tecnologías y se tiene alta incertidumbre en los alcances del proyecto se podrían implementar enfoques ágiles. No obstante, en los proyectos en los que el alcance no puede ser modificado fácilmente y el cliente o los inversionistas exigen que el alcance tenga un grado de definición alto antes del inicio del proyecto, es recomendable implementar herramientas ágiles junto con metodologías tradicionales (gestión híbrida).

- Dado que a la fecha no hay aún un amplio conocimiento experimental sobre el tema, se recomienda continuar con el estudio en fases experimentales, iniciando con

proyectos piloto de baja envergadura.

Referencias

Agilemanifesto.org. (2001). Manifiesto for Agile Software Development. Recuperado de <http://agilemanifesto.org/>

Alam S, Ashraf S, Iqbal I (2007). Agile Movement from IT Industry to Non-IT Industry: A Review and Analysis. ISSN: 2278-9359

Anh.gov.co. 2020. *LA CADENA DEL SECTOR HIDROCARBUROS*. Recuperado el 23 de Marzo de 2020 de <https://www.anh.gov.co/porta regionalizacion/Paginas/LA-CADENA-DEL-SECTOR-HIDROCARBUROS.aspx>

Angioni, M., Carboni, D., Pinna, S., Sanna, R., Serr, N. & Soro, A. (2006) “Integrating XP project management in development environments”, *Journal of Systems Architecture*, no. 52: 619-626

Augustine, S. (2005). *Managing agile projects*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall Professional Technical Reference.

Azanha, A., Argoud, A. R. T. T., de Camargo Junior, J. B., & Antonioli, P. D. (2017). Agile project management with Scrum: A case study of a Brazilian pharmaceutical company IT project. *International Journal of Managing Projects in Business*. Recuperado de <https://doi.org/10.1108/IJMPB-06-2016-0054>

Barker, S. (2013). *Brilliant PRINCE2: What you really need to know about PRINCE2*: Pearson UK.

Benefits and challenges. *Proceedings - 1st International Conference on Computing,*

Communication, Control and Automation, ICCUBEA 2015. DOI:
<https://doi.org/10.1109/ICCUBEA.2015.166>

Busi, M. (2005) Seeing the Value in Customer Service, White paper, The centre for Business Process Outsourcing, University of Strathclyde, Glasgow, Scotland, United Kingdom.

Castellano Lendínez, L. (2019). Kanban. Metodología para aumentar la eficiencia de los procesos. *3C Tecnología_Glosas de Innovación Aplicadas a La Pyme*. Recuperado de <https://doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n1e29/30-41>

Cervone, H.F. (2011). Understanding agile project management methods using Scrum. *OCLC Systems & Services: International Digital Library Perspectives*, 27 (1), 18-22.

Chin, G. (2004). *Agile Project Management: how to succeed in the face of changing project requirements*. NY: Amacon.

Critical Evaluation of Prince2 and Agile Project Management Methodologies for a complex project. (2016). *International Journal Of Engineering And Computer Science*. doi: 10.18535/ijecs/v5i110.61

Christopher, M. (2000) 'Supply chain migration from lean and functional to agile and customised', *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 5, No. 4, pp.206–213.

DeCarlo, D. (2004). *Extreme Project Management: using leadership, principles, and tools to deliver value in the face of volatility*. Jossey-Bass: San Francisco.

Elwer, P. (2008). *Agile Project Development at Intel: A Scrum Odyssey*.

EYGM Limited (2014). *Spotlight on oil and gas megaprojects*, EY Building a better working world EYG No. DW0426, CSG No. 1407-1280223, ED None

EYGM Limited (2015). Joint ventures for oil and gas megaprojects, EYG No. DW0566 1508-1635202_SW.

IEA (2006) World Energy Outlook 2006, International Energy Agency website. Recuperado de <http://books.google.com/books?q=World+Energy+Outlook+2006> accessed on 23/12/2007

Fajardo, C., Candiotti, G., Ramirez, L. & Buitrago, P. (2017, Marzo 25). Propuesta metodológica de gerencia de proyectos para la intervención de pozos petroleros [Tesis de postgrado]. Universidad EAN, Bogotá.

Fuentes, G., Temoltzin, F., Rodriguez, Luis., Bonilla, J. & López, R. (2013), Modelado orientado a objetos y desarrollo ágil, Kanban, Instituto Tecnológico de Apizaco.

García, G. (2017). Estrategia para mitigar la reversión del sector Oil&Gas en Colombia. Tesis de Maestría. Universidad EAN.

Ghosh, S., Forrest, D., DiNetta, T., Wolfe, B., & Lambert, D. (2012). Enhance PMBOK® by Comparing it with P2M, ICB, PRINCE2, APM and Scrum Project Management Standards. University Of Maryland, USA.

Hansenne, R., & Hibner, A. (2011). Overcoming Organisational Challenges related to Agile Project Management Adoption. BTH School of Managment.

Highsmith, J. (2004). Agile Project Management: creating innovative products, Addison Wesley.

Hinde, D. (2012). PRINCE2 study guide: John Wiley & Sons.

Ivanov, V., Masyagin, S., Rogers, A., Succi, G., Tormasov, A., Yi, J., & Zorin, V. (2020). Comparison of Agile, Quasi-Agile and Traditional Methodologies. En Advances in Intelligent

Systems and Computing (Vol. 925). Recuperado de https://doi.org/10.1007/978-3-030-14687-0_11

J. Ward and E. Daniel, “Benefits Management-Delivering Value from IS & IT Investments,” John Wiley & Sons, New York, 2006.

Karamitsos, I., Apostolopoulos, C., & Bugami, M. (2010). Benefits Management Process Complements Other Project Management Methodologies. *Journal Of Software Engineering And Applications*, 03(09), 839-844. doi: 10.4236/jsea.2010.39097

Kaur, K., Jajoo, A., & Manisha. (2015). Applying agile methodologies in industry projects: Kliem R.L, Ludin I.S, Robertson K.L, (1997), *Project Management Methodology, A practical guide for the next millennium*, Marcel Dekker, New York, USA.

Kruger, W., & Rudman, R. (2013). Strategic alignment of application software packages and business processes using PRINCE2. *The International Business & Economics Research Journal (Online)*, 12(10), 1239.

Letelier, Patricio & Penadés, M^a Carmen. *Métodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP)*, Departamento de Sistemas Informáticos y Computación (DSIC), Universidad Politécnica de Valencia (UPV), letelier@dsic.upv.es, penades@dsic.upv.es

Liker, Lk., 2004. *The Toyota Way*. New York:McGraw-Hill

Malagon, J. (2016). *La competitividad del sector de hidrocarburos en las diferentes regiones de Colombia*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD

Matos, S., & Lopes, E. (2013). Prince2 or PMBOK – A Question of Choice. *Procedia Technology*, 9, 787-794. doi: 10.1016/j.protcy.2013.12.087

McKinsey & Company. (2019). Los gigantes también pueden ser ágiles: Organizaciones Agile en industrias con grandes activos | McKinsey. Recuperado el 29 de febrero de 2020, de <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/giants-can-dance-agile-organizations-in-asset-heavy-industries/es-cl>

Naufal, A., Jaffar, A., Yusoff, N., & Hayati, N. (2012). Development of Kanban System at Local Manufacturing Company in Malaysia—Case Study. *Procedia Engineering*, 41, 1721-1726. doi: 10.1016/j.proeng.2012.07.374

Nesterak, J. (2012). Application of the PRINCE2® methodology in mining projects as an element of performance management. Cracow University of Economics.

Ohno, T. (1988) *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*, Productivity Press, New York.

Pawar, R., & Mahajan, K. (2017). Benefits and Issues in Managing Project by PRINCE2 Methodology. *International Journal Of Advanced Research In Computer Science And Software Engineering*, 7(3), 190-195. doi: 10.23956/ijarcsse/v7i3/0134

Pareliya, m. (2018). Implementing agile project management (scrum) approach in the development of building projects. Cept University.

PMI, Project Management Institute., 2017. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge PMBOK*. 6th Edn.,, Pennsylvania, USA.

PMOinformatica.com (2013). Una breve historia de las metodologías ágiles. Recuperado de <http://www.pmoinformatica.com/2013/06/una-breve-historia-de-las-metodologias.html>

Rasnacis, A., & Berzisa, S. (2016). Method for Adaptation and Implementation of Agile Project Management Methodology. *Procedia Computer Science*. Recuperado de

<https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.01.055>

Rahman, N. A. A., Sharif, S. M., & Esa, M. M. (2013). Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(13\)00232-3](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(13)00232-3)

Rehacek, P. (2017). Application and Usage of the standards for Project Management and their Comparison.

Rincon, I. D. (2006). Mini and micro projects: are PM principles applicable to small companies or small projects? Paper presented at PMI® Global Congress 2006. Newtown Square, PA: Project

Saavedra N, Jiménez F (2014). Necesidades de Innovación y Tecnología para la industria de petróleo y gas en Colombia. *Revista de Ingeniería*, #40, 2014, pp. 50-56

Salama, M, El Hamid, M A and Keogh, B (2008). Investigating the causes of delay within oil and gas projects in the U.A.E. In: Dainty, A (Ed) *Procs 24th Annual ARCOM Conference*, 1-3 September 2008, Cardiff, UK, Association of Researchers in Construction Management, 819-827, School of Management and Languages, Heriot-Watt University, Riccarton, Edinburgh.

Salameh, H. (2014). What, When, Why, and How? A Comparison between Agile Project Management and Traditional Project Management Methods. *International Journal Of Business And Management*, 2(5), 52.74.

Salazar-Aramayo, J. L., Rodrigues-da-Silveira, R., Rodrigues-de-Almeida, M., & De Castro-Dantas, T. N. (2013). A conceptual model for project management of exploration and production in the oil and gas industry: The case of a Brazilian company. *International Journal*

of Project Management. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.09.016>

Saleh, S. M., Huq, S. M., & Rahman, M. A. (2019). Comparative Study within Scrum, Kanban, XP Focused on Their Practices. *2nd International Conference on Electrical, Computer and Communication Engineering, ECCE 2019*, 1–6. Recuperado de <https://doi.org/10.1109/ECACE.2019.8679334>

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2017). The Scrum Guide: The Definitive The Rules of the Game. *Scrum.Org and ScrumInc*. Recuperado de <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2009.08.012>

Singh, R., & Kevin, D. (2014). Literature Survey of previous research work in Models and Methodologies in Project Management. *International Journal Of Advanced Computer Science And Applications*, 5(9). doi: 10.14569/ijacsa.2014.050917

Scrum.org. 2020. *The Scrum Framework Poster*. Recuperado el 23 de Marzo de 2020, de <https://www.scrum.org/resources/scrum-framework-poster>

Straçusser, G. (2015). Agile project management concepts applied to construction and other non-IT fields. Paper presented at PMI® Global Congress 2015—North America, Orlando, FL. Newtown Square, PA: Project Management Institute.

Streule, T., Miserini, N., Bartlomé, O., Klippel, M., & de Soto, B. (2016). Implementation of Scrum in the Construction Industry. *Procedia Engineering*, 164, 269-276. doi: 10.1016/j.proeng.2016.11.619

Tohidi, H., & KhedriLiraviasl, K. (2012). Six Sigma Methodology and its Relationship with Lean Manufacturing System.

Turley, Frank. 2010. *The PRINCE2® Training Manual* (1st ed., pp. 1-3). Peter Kirschel.

Turley, Frank. 2011. *El Modelo de Procesos PRINCE2® Una magnífica introducción a*

PRINCE2.

Ungureanu, A. and Ungureanu, A., 2014. Methodologies used in Project Management. *Annals of "Spiru Haret". Economic Series*, 14(2), p.47.

Version One (2019). 13 annual State of Agile Report. Recuperado de <https://www.stateofagile.com/#ufh-i-521251909-13th-annual-state-of-agile-report/473508>

Vinaja, R. (2019). The Scrum Culture: Introducing Agile Methods in Organizations. *Journal of Global Information Technology Management*. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/1097198x.2019.1679956>

Wakode, R. B., Raut, L. P., & Talmale, P. (2015). Overview on Kanban Methodology and its Implementation Overview on Kanban Methodology and its Implementation. *Ijsrd - International Journal for Scientific Research & Development*, 3(02), 2518–2521. Recuperado de <https://doi.org/10.1109/MMM.2012.2189504>

XUE1, R., Baron1, C., ESTEBAN1, P., & ZHENG, L. Analysis and Comparison of Project Management Standards and Guides.

AnAnexos

Anexo No 1 – Detalle casos de estudio

Anexo No 1 - Detalle de casos de estudio

Título del documento	Industria	Metodología utilizada	Beneficio	Buenas prácticas utilizadas	Limitaciones y dificultades en la implementación
Perforación de pozos de Gas en el Bloque Caporo - Drummond (Schwartz, 2018)	Oil&Gas	Scrum	<p>Los retrasos se redujeron y los impedimentos se resolvieron en horas en lugar de semanas.</p> <p>Los equipos también informaron aumentos en la motivación, la transparencia y el enfoque, y hubo un aumento de la sincronización de las áreas.</p> <p>Antes de implementar herramientas ágiles, el pozo más rápido que Drummond había perforado tomó 10 días para finalizar. Luego de la implementación, el tiempo de perforación promedio para cada pozo tomó 6 días.</p>	<p>Se implementaron principios de Scrum para la gestión de impedimentos, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lanzamiento de un Executive Action Team (E.A.T.) con ejecutivos del más alto nivel en jerarquía. El vicepresidente se convirtió en el Chief Product Owner que gestionó el Product Backlog principal. - Definición de un único product backlog. - Spring de dos semanas de duración. - Reuniones diarias del E.A.T. durante 15 minutos para descubrir impedimentos. 	No mencionan

Agile project management concepts applied to construction and other non-IT fields (Straçusser, 2015)

Energía

Principios ágiles (manifiesto ágil)

El proyecto se completó dentro del presupuesto y tiempos planeados, sin presentar problemas de seguridad y sin hallazgos o deficiencias de las diversas agencias de supervisión o regulación.

El enfoque de equipo integrado, con una mentalidad ágil, resultó en una productividad significativamente más alta que la media para un proyecto de construcción, y una productividad significativamente más alta que la media para un proyecto de construcción nuclear

No hubo una implementación formal de un enfoque ágil para el proyecto, sin embargo, la adopción informal y el uso de los principios ágiles como estrategia de ejecución fue fundamental para el éxito del proyecto, según mencionan los autores. Emplearon por ejemplo:

- Entregas anticipadas de valor: En lugar de una construcción secuencial normal, el proyecto realizó pruebas integradas y entrega al cliente de componentes, subsistemas y sistemas cuando eran funcionales (Ej, el sistema de agua enfriada), lo que permite que ciertos sistemas pasen a las operaciones temprano y brinden valor, evitando una sola entrega masiva de proyectos.
- Se desarrolló un equipo integrado que involucró a todas las partes interesadas en el proceso de revisión para garantizar que el aporte del usuario final y otras partes interesadas se incluyera en el diseño de los sistemas, minimizando los cambios en fases finales del proyecto.
- Se desarrolló un equipo integrado de trabajo desde el primer día, involucrando al usuario final, con reuniones semanales de seguimiento para identificar y remover barreras. En esta reuniones semanales se revisaban lecciones aprendidas
- La visión, los objetivos y el seguimiento a los hitos fueron comunicados continuamente a todos los interesados, buscando la motivación del equipo de trabajo.
- Implementaron la filosofía de simplicidad en los diseños, cuanto mejor sea el diseño, el dibujo, las especificaciones y el paquete de trabajo, menos demora habrá en el trabajo de campo (implementación).
- Se realizaron talleres de lecciones aprendidas al finalizar cada fase del proyecto.

No mencionan

Implementation
of Scrum in the
Construction
Industry
(Streule,
Miserini,
Bartlomé,
Klippel, & de
Soto, 2016)

Construcción

Scrum

-Los beneficios que se identificaron al implementar estas herramientas fueron: mayor transparencia, mejor comunicación y colaboración, un mejor flujo de información y desarrollo del proyecto más rápido.
-Otros de los beneficios que se percibieron al usar herramientas de Scrum, es que las reuniones permitieron que los miembros del equipo vieran los puntos de vista de los demás y entendieran por qué se hizo algo de cierta manera, haciendo que puedan aprender de otras áreas y generar equipos multifuncionales.
-El equipo de desarrollo estaba convencido de que Scrum era más eficiente que sus enfoques y métodos anteriores.
-El tablero Kanban fue muy útil en el equipo para realizar el seguimiento del desarrollo de las tareas.

-Equipo Multidisciplinario, conformado por siete personas de cada una de las áreas involucradas en el proyecto.
-Se implementaron eventos Scrum, tales como sprint planning y sprint review donde asistían los miembros del equipo, junto con el Scrum Master y Product Owner.
-Se hacían reuniones diarias para intercambiar información.
-Se implementó durante cada Sprint el uso de Planning Poker, la cual es una técnica para determinar el esfuerzo que será invertido en cada uno de los ítems del product backlog o listado de tareas.
-El equipo Scrum definió la duración de los Sprint a dos semanas, lo que permitió un marco de tiempo que fuese realista.
-Se implementó la herramienta de Tablero Kanban, empleando uno físico y otro virtual, para realizar un seguimiento de lo que era importante en cada Sprint y durante todo el proyecto.

Una de las dificultades al momento de la implementación fue que el equipo de desarrollo del proyecto tenía bajo conocimiento de la metodología Scrum, por lo que las responsabilidades de los miembros del equipo no estaban claras ni definidas; razón por la cual al inicio las reuniones se extendían por más tiempo, hasta que comprendieran los eventos, artefactos y roles; esto también generó dificultad en la definición de las tareas para cada sprint y su duración, haciendo necesario hacer ajustes durante la ejecución del proyecto.

Los propietarios de productos fueron miembros participantes de cada equipo. En algunos casos, funcionó bastante bien, pero en otros, las PO administraron de manera micro a los equipos, dictando tareas cotidianas e impidiendo una comunicación honesta entre los miembros del equipo. Esto llevo a los equipos a celebrar reuniones secretas para discutir los impedimentos organizacionales reales fuera de la vista de su PO / gerente funcional.

Al principio el equipo presentó dificultades en entender la nueva metodología y en el cambio del esquema tradicional al ágil.

<p>Agile Project Development at Intel: A Scrum Odyssey (Elwer, 2008)</p>	<p>Tecnología</p>	<p>Scrum</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Reducción del tiempo en un 66% -Rendimiento del cronograma -Mejora de la actitud del grupo -Mayor transparencia: Con scrum se descubrieron errores, impedimentos, herramientas débiles y malos hábitos de ingeniería 	<ul style="list-style-type: none"> -Planificación de iteración/sprint (9 días) -Asignación de propietario del producto /sprint -Revisión de iteración -Tablero de seguimiento diario
<p>Implementing agile project management (scrum) approach in the development of building projects (Pareliya, 2018)</p>	<p>Construcción</p>	<p>Scrum</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento la comunicación dentro del equipo de desarrollo. - Disminución del retraso existente en el proyecto a partir de la implementación de herramientas ágiles en su ejecución. 	<ul style="list-style-type: none"> -Planeación del sprint (semanalmente). La duración del sprint se relacionaba con la construcción de cada piso. -Reunión diaria. -Interacción continua con el cliente. - Reunión retrospectiva. -Asignación de Scrum Master.

Development of Kanban System at Local Manufacturing Company in Malaysia – Case Study (Naufal, Jaffar, Yusoff, Hayati, 2012)	Automotriz	Kanban	<ul style="list-style-type: none">- Reducción del tiempo de entrega en un 40%,- Reducción del inventario en proceso en un 23% y reducción del inventario terminado en un 29%.- Reducción del área de almacenamiento del inventario terminado en un 4%.- Mejora en la eficiencia, costo de operación y competitividad.	<ul style="list-style-type: none">-Recopilación de parámetros relevantes-Cálculo de Kanban de instrucción de producción (PIK)-Cálculo de Kanban de retirada de producción (PWK)-Establecer un mecanismo de extracción y una regla (la tarjeta kanban fue diseñada y producida)	No mencionan
---	------------	--------	--	---	--------------

AnAnexo No 2 – Modelo de entrevistas

Anexo No 2 - Modelos de entrevista

Cuestionario	Tipo 1 (i)	Tipo 2 (ii)	Tipo 3 (iii)
¿Cuál es su experiencia en proyectos?	x	x	x
¿Qué metodologías de gestión de proyectos ha implementado?	x	x	x
¿Qué prácticas o herramientas han implementado de esta metodología y para qué procesos?	x	x	x
¿Qué dificultades ha tenido en la implementación de estas metodologías?	x	x	x
¿Qué beneficios ha tenido en los proyectos al implementar esta metodología?	x	x	x
Con base en su experiencia y en las lecciones aprendidas, ¿qué nos recomendaría para iniciar con la implementación herramientas ágiles?	x	x	x
De las dificultades mencionadas, ¿qué considera usted debe atenderse de manera prioritaria, por ser estratégicas o por tener un alto impacto?	x	x	x
¿Tiene alguna experiencia en gestión de proyectos cuya ejecución se realice por fases y requieren altos costos, baja tolerancia al riesgo y su ejecución se realiza normalmente tipo cascada?	x		x
¿Qué metodologías ágiles de gestión de proyectos ha implementado en este tipo de proyectos?	x		x

¿Qué casos de estudios conoce en donde se aplicaron metodologías ágiles, podrías contarnos alguna experiencia en particular?	X		X
Desde su experiencia, ¿Qué buenas prácticas recomienda sean implementadas en la industria de Oil&Gas?		X	X
Desde su experiencia, ¿recomendaría el uso de una única metodología o se considera viable emplear una combinación de las existentes			X
¿Tiene algunas referencias bibliográficas que nos pueda compartir?	X	X	X
¿Qué aspectos mejoraría en las metodologías tradicionales aplicadas en proyectos de tipo Oil&Gas o similares que permita mejorar el desempeño de los proyectos?		X	X

Notas:

- (i) profesionales de gestión de proyectos con experiencia en implementación de metodologías ágiles.
- (ii) Profesionales de gestión de proyectos con experiencia en el desarrollo de proyectos del sector de Oil&Gas.
- (iii) Profesionales de gestión de proyectos que han trabajado una combinación de metodologías (tradicionales y ágiles) en los proyectos, ya sea de manera conjunta o independiente."

Anexo No 3 – Análisis de entrevistas

Anexo No 3 - Análisis de entrevistas

Entrevistado	Beneficio de implementar herramientas ágiles	Limitaciones o dificultades de implementar herramientas ágiles	Recomendaciones para proyectos de Oil&Gas
No 1	<ul style="list-style-type: none"> - Facilidad para organizar el trabajo diario. - Mayor visibilidad de lo que está sucediendo en el proyecto y concretamente en las tareas. - Coordinar mejor al equipo de trabajo en sus actividades, roles y responsabilidades, teniendo claras las prioridades y las fechas límites. - Aumentar y mejorar la comunicación y colaboración entre los equipos del proyecto y crear más transparencia en los hitos y compromisos. - Visualización temprana de riesgos, problemas y retrasos en el proyecto durante su ejecución. - Identificación de lecciones aprendidas del trabajo que se acaba de realizar e implementación de las mismas en las siguientes fases del proyecto. - Solución de manera rápida a problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> - No en todos los proyectos pueden implementarse enfoques ágiles en su ejecución, solo aquellos en los que se tiene poco conocimiento del entorno, de los gustos de los clientes y de las tecnologías. - Proyectos que tienen una alta interrelación o dependencia entre subsistemas, áreas o paquetes de trabajo. - Proyecto cuyos costos asociados con los cambios (costos hundidos) son altos. - Proyectos donde los inversionistas exigen que el alcance tenga un grado de definición alto antes del inicio del proyecto. - Se debe agilizar toda la cadena de valor, no solamente el equipo. De lo contrario no se tendrá impacto en el desempeño del negocio. 	<ul style="list-style-type: none"> - En etapas de planificación se puede trabajar de manera ágil con el cliente, haciendo entregas anticipadas, más frecuentes y con ciclos de retroalimentación más cortos. - En seguimiento y control permite una visualización temprana de riesgos, problemas y retrasos en el proyecto durante su ejecución. - Manejo de situaciones de emergencia.
No 2	<ul style="list-style-type: none"> - La producción no se detiene por problemas mínimos. - Se presenta una mayor transparencia de los problemas. - Se tiene más claridad de las prioridades y fechas límites. 	<p>En el principio de la implementación de la metodología ágil se presentaron dificultades para que los integrantes se acostumbraran a la asistencia diaria</p>	<p>Es importante que los integrantes del equipo tengan claros los objetivos de los proyectos y así lograr un mayor compromiso por parte de cada integrante.</p>

No 3

Con la implementación de metodologías híbridas (es decir que combinan ágiles y tradicionales), se logra el beneficio de la agilidad en la entrega del valor del negocio, manteniendo la predictibilidad de un modelo tradicional

- Es difícil cambiar la mentalidad de las personas y hacer que se adapten rápidamente a este tipo de metodologías.
- No se puede contar con un plan de hitos a largo plazo para la alta gerencia, considerando que la planeación de entregables se hace por sprint.
- Los entregables dependen de la priorización dada por el cliente, por lo que, si se prioriza mal, los ejecutores van a desarrollar algo que no es importante para ese momento.
- Los equipos son conformados por un grupo pequeño de expertos que tienen alta presión para cumplir el tiempo del sprint, en donde la ausencia de uno de los integrantes tendría un impacto importante en la velocidad del trabajo y cumplimiento de las metas del proyecto.

-No se debe considerar a Scrum como un marco aplicable para todo tipo de proyecto ni para todas sus fases, porque se podría destruir la capacidad del negocio de generar valor.

-Se recomienda ágil cuando se tiene alta incertidumbre en los alcances del proyecto.

-La duración del sprint debe ajustarse para cada backlog, considerando que los esfuerzos para cada entregable son diferentes, y no debe fijarse de manera constante para todo el proyecto.

-Iniciar la implementación de estas metodologías en prototipos o proyectos pequeños, con el fin de entrenar a las personas y mostrar a la alta gerencia sus ventajas y aplicabilidad en la organización.

-Los niveles de incertidumbres en proyectos de Oil&Gas se encuentran en las primeras fases, en las cuales podría ser recomendable el uso de ágiles, ya que ayuda a eliminar la incertidumbre y enfocar los esfuerzos en aquello que genera más valor. En fases más avanzadas pueden ser empleadas como seguimiento y control.

-A las reuniones diarias sólo se recomienda que asistan los responsables de los entregables, respetando el tiempo para no sobrepasar los 15 minutos.

-Recomienda que, si se busca implementar metodologías ágiles en proyectos de Oil&Gas, esto se haga de manera híbrida, es decir combinándolas con metodologías tradicionales y no de manera exclusiva.

-Cuando el proyecto tiene un presupuesto fijo, el Product Owner es quien debe priorizar la lista de solicitudes y decidir cuáles actividades se ejecutan y cuáles no.

Anexo No 4 – Buenas prácticas empleadas

Anexo No 4 - Buenas prácticas empleadas

Caso de Estudio	Standup diario	Implementación de sprints	Revisión de lecciones aprendidas durante el desarrollo	Buenas prácticas				
				Tablero Kanban	Entregas tempranas de productos que generan valor	Empoderamiento del equipo	Equipos multidisciplinarios	Interacción continua con el cliente
Perforación de pozos de Gas en el Bloque Caporo - Drummond	1	1	1	0	0	1	1	1
Construcción, instalación, pruebas y operación de sistemas de soporte de plantas nucleares - Centrus Energy Corp	0	0	1	0	1	1	1	1
Construcción edificios multifamiliares	1	1	0	1	0	0	1	0
Construcción Torres Comerciales y Hotel - PSP Projects	1	1	1	0	0	0	0	0
Diseño y fabricación de equipos de prueba de microprocesadores - Intel	1	1	0	0	0	1	1	1
Implementación de Kanban en una línea de producción - Toyota Motor Corporation	0	0	0	1	0	0	0	0
Número de ocurrencias	4	4	3	2	1	3	4	3

Nota: Cero significa que en la bibliografía consultada no hacía mención sobre su implementación