



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 2
--------	--------------	---------	---	----------	------	--------	--------

Neiva, 18 de enero de 2023

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Lina María Charry Roa, con C.C. No. 1.075.540.134,

Francy Elena Garcés Ortigoza, con C.C. No. 1.075.229.225,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o _____

titulado Desarrollo de una metodología de planeación de proyectos en costos y en tiempo previsto de ejecución a partir de una herramienta tecnológica óptima para el sector de hidrocarburos

presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar al título de

Magister en Gerencia Integral de Proyectos;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 2
--------	--------------	---------	---	----------	------	--------	--------

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:






Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS					   	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 4

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Desarrollo de una metodología de planeación de proyectos en costos y en tiempo previsto de ejecución a partir de una herramienta tecnológica óptima para el sector de hidrocarburos.

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Charry Roa	Lina Maria
Garcés Ortigoza	Francys Elena

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Porras Jiménez	Jaime Augusto

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Porras Jiménez	Jaime Augusto

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Magister en Gerencia Integral de Proyectos

FACULTAD: Economía y Administración

PROGRAMA O POSGRADO: Maestría en Gerencia Integral de Proyectos

CIUDAD: Neiva **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2023 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 146






TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas ___ Fotografías ___ Grabaciones en discos ___ Ilustraciones en general ___ Grabados ___
Láminas ___ Litografías ___ Mapas ___ Música impresa ___ Planos ___ Retratos ___ Sin ilustraciones ___ Tablas
o Cuadros X

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: PDF

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS				   		
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 4



las actividades específicas a realizar, haciendo énfasis en las actividades de alcance del proyecto, el tiempo, los costos y el riesgo.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The research that gave rise to this degree work, has as a general objective, to find the components of a project planning methodology in costs and in expected execution times, which allow improving the level of compliance, based on an optimal technological tool available for the hydrocarbons sector, under the practices of professional project management, due to the fact that, in organizations, projects fail to meet their objectives, to a large extent, due to the fact that the appropriate technological tool for project planning has not been identified. The same, arising the corresponding follow-up and control.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS						
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 4

MATERIAL ANEXO:

- Anexo 1. Matriz Caract. Herramientas Tecnológicas
- Anexo 2. Matriz Caract. Metodológicas
- Anexo 3. Formulario de Panel de Expertos
- Anexo 4. Resultado Panel de Expertos
- Anexo 5. Matriz Caract. Herramientas Tecnológicas
- Anexo 6. Matriz Caract. Metodológicas
- Anexo 7. Criterios de calificación de matrices
- Anexo 8. Gráficos de desempeño de los aplicativos Microsoft Project y GanttPro
- Anexo 9. Casos diferenciadores

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Metodología	Methodology	6. Sector	Sector
2. Planeación	Planning	7. Hidrocarburos	Hydrocabon
3. Proyecto	Project	8. Recursos	Resources
4. Costo	Cost	9. Control	Control
5. Tiempos	Time		

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

La investigación que dio origen a este trabajo de grado, tiene como objetivo general, encontrar los componentes de una metodología de planeación de proyectos en costos y en tiempo previstos de ejecución, que permita mejorar el nivel de cumplimiento, a partir de una herramienta tecnológica óptima disponible para el sector hidrocarburos, bajo las prácticas de la administración profesional de proyectos, debido a que, en las organizaciones, los proyectos fallan en al cumplimiento de sus objetivos, en gran medida, debido a que no está identificada la herramienta tecnológica apropiada para la planeación de los mismos, afectando el seguimiento y control correspondientes.

A través de una metodología descriptiva, se recurrió a los análisis de especialistas a través de la técnica de panel de expertos, con la que se logró evaluar e identificar un inventario de las herramientas tecnológicas disponibles para la planeación de proyectos en costos y tiempos, aplicadas al sector hidrocarburos, identificando las más versátiles, confiables y robustas para la metodología diseñada, además de la identificación de los factores claves como las técnicas metodológicas disponibles, los recursos a planificar y

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



Through a descriptive methodology, the analysis of specialists was used through the expert panel technique, with which it was possible to evaluate and identify an inventory of the technological tools available for the planning of projects in costs and times, applied to the hydrocarbon sector, identifying the most versatile, reliable and robust for the designed methodology, in addition to identifying the key factors such as the available methodological techniques, the resources to be planned and the specific activities to be carried out, emphasizing the scope activities of the project, time, costs and risk.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado:

Firma:

Nombre Jurado: *Jenny Aranda López*

Firma: *JAL*

Nombre Jurado: *Alberto Duevera Manrique*

Firma: *AMD*

Vigilada Mineducación



MAESTRÍA EN GERENCIA
INTEGRAL DE PROYECTOS
FACULTAD DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN

Desarrollo de una metodología de planeación de proyectos en costos y en tiempo previsto de ejecución a partir de una herramienta tecnológica óptima para el sector de hidrocarburos

Lina María Charry Roa y Francy Elena Garcés Maestría en Gerencia Integral de Proyectos, Facultad de Economía y Administración – Universidad Surcolombiana

Director: Jaime Augusto Porras Jiménez, PhD.

Neiva, enero de 2023

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Ciudad y Fecha:

Dedicatoria

A nuestras familias, por la paciencia, motivación y comprensión en este proceso.

Agradecimientos

A las directivas, docentes y administrativos de la Maestría en Gerencia Integral de Proyectos, que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos, en especial a nuestro director de tesis, Jaime Augusto Porras Jiménez.

Contenido

Listado de Tablas	6
Listado de figuras	8
Listado de anexos	9
Introducción	10
1. Diseño de la Investigación.....	11
1.1. Planteamiento del problema	11
1.2. Justificación.....	12
1.3. Objetivos.....	13
1.3.1. Objetivo general	13
1.3.2. Objetivos específicos	13
2. Marco de referencia	14
2.1. Estado del arte	14
2.1.1 Modelos, métodos y/o metodologías para la gestión de proyectos	15
2.1.2. Herramientas tecnológicas para la gestión de proyectos	26
2.2. Marco teórico	31
2.2.1. Fases de un proyecto	31
2.2.2. Metodología.....	38
2.2.3. Sector hidrocarburos	46
2.2.4. Herramienta(s) tecnológica(s)	47
3. Aspectos metodológicos.....	50
3.1. Enfoque de la investigación.	50
3.2. Tipo de investigación.....	50
3.3. Métodos y técnicas de recolección de información	50
3.4. Variables o categorías de entrada.....	51
3.5. Población y muestra.....	51
3.6. Recolección y procesamiento de información	51
3.7. Ruta del proceso investigativo	52
4. Resultados	54
4.1. Identificación de la (s) herramienta (s) tecnológica (s) disponibles y más óptimas (Eficiencia + Precisión) para la planeación de proyectos en costos y tiempos, aplicable al sector hidrocarburos.....	54
4.1.1. Inventario y clasificación de herramientas desde la revisión de literatura	56
4.1.2. Análisis y ponderación de las herramientas encontradas según el inventario desde la revisión de literatura.....	58

4.1.4.	Inventario y clasificación de herramientas desde el panel de expertos.....	61
4.1.5.	Análisis y ponderación de las herramientas encontradas según el inventario consolidado.	65
4.1.6.	Herramientas más óptimas encontrada a partir del panel de expertos.	66
4.2.	Construcción de la metodología que permita mejorar los niveles de cumplimiento en la fase de planeación de proyectos, en costos y en tiempos previstos de ejecución.	67
4.2.1.	Inventario y clasificación de metodologías existentes desde la revisión de literatura.	67
4.2.2.	Identificación de metodologías con mayor nivel de confiabilidad para aplicar en la fase de planeación del sector hidrocarburos desde la revisión de literatura.	69
4.2.3.	Inventario y clasificación de metodologías desde el panel de expertos.....	69
4.2.4.	Identificación de metodologías con mayor nivel de confiabilidad para aplicar en la fase de planeación del sector hidrocarburos desde el panel de expertos.	76
4.2.5.	Metodología más óptimas encontrada a partir del panel de expertos.	77
4.2.6.	Desarrollo de la metodología para el uso de la herramienta(s) tecnológica(s) en la fase de planeación.	77
4.3.	Realización de la prueba de usabilidad, para identificar las probabilidades de éxito en el uso de las herramientas tecnológicas encontradas.	89
4.3.1.	Microsoft Project	89
4.3.2.	GanttPro	96
Conclusiones.....		102
Recomendaciones.		104
Bibliografía		105
Anexos.....		109

Listado de Tablas

Tabla 1. Ejes de gestión y conceptos.....	15
Tabla 2. Clasificación de las herramientas para la gestión de las comunicaciones.....	18
Tabla 3. Predicción efectiva del plazo a la conclusión del proyecto aplicando los métodos CTCR y EVM.	20
Tabla 4. Grupo de procesos del PMBOK V6.	23
Tabla 5. Áreas vs Programas.....	26
Tabla 6. Gestión del tiempo.	26
Tabla 7. Gestión de coste	27
Tabla 8. Contenido de reporte de seguimiento.	35
Tabla 9. Estándares en dirección de proyectos.	41
Tabla 10. Metodologías en dirección de proyectos.	41
Tabla 11. Elementos de enfoque de investigación.....	44
Tabla 12. Grandes áreas del sector hidrocarburos.	46
Tabla 13. Variables o categorías.....	51
Tabla 14. Perfil de integrantes del panel de expertos.....	52
Tabla 15. Ruta del proceso investigativo	53
Tabla 16. Matriz de inventarios y clasificación de herramientas tecnológicas disponibles (manejo del tiempo y costo).	57
Tabla 17. Matriz de análisis de herramientas tecnológicas disponibles (manejo del tiempo y costo).	57
Tabla 18. Matriz de análisis de herramientas tecnológicas disponibles (manejo del tiempo y costo).	59
Tabla 19. Matriz de análisis de herramientas tecnológicas disponibles (manejo del tiempo y costo).	60
Tabla 20. Cumplimiento de herramientas tecnológicas	63
Tabla 21. Matriz de inventarios y clasificación de herramientas tecnológicas desde el panel de expertos (manejo del tiempo y costo).....	64
Tabla 22. Matriz de análisis de herramientas tecnológicas disponibles desde el panel de expertos (manejo del tiempo y costo).....	65
Tabla 23. Matriz de resultado herramientas con manejo del tiempo y costo desde el panel de expertos.	67
Tabla 24. Matriz de análisis de metodologías existentes.	68
Tabla 25. Matriz de resultado de metodologías estudiadas.	69

Tabla 26. Cumplimiento de la metodología.....	72
Tabla 27. Matriz de análisis de metodologías desde del panel de expertos.....	74
Tabla 28. Matriz de resultado de metodologías estudiadas desde del panel de expertos.....	76
Tabla 29. Factores de análisis.	79
Tabla 30. Cumplimiento de las herramientas tecnológicas.....	81
Tabla 31. Ventajas y desventajas de GanttPRO	100

Listado de figuras

Figura 1. Árbol de problemas	12
Figura 2. Historia en dirección de proyectos	14
Figura 3. Interrelación entre los softwares de gestión de proyectos de la empresa adquiriente....	16
Figura 4. Modelo propuesto para la gestión del tiempo en proyectos TIC de la industria petrolera colombiana	17
Figura 5. Diagrama causa – efecto para identificar factores a incluir en el diagnóstico de la situación actual.....	19
Figura 6. Diagrama de flujo general de la metodología propuesta.....	19
Figura 7. Factores que influyen a un mal rendimiento de los proyectos.....	22
Figura 8. Diagrama de flujo	28
Figura 9. Fases de los proyectos	31
Figura 10. Proceso en línea	40
Figura 11. Proceso intermitente	40
Figura 12. Proceso por proyecto	40
Figura 13. Cadena del petróleo	47
Figura 14. Puntaje por orden de importancia – gráfica de barras.....	62
Figura 15. Nivel de cumplimiento de las herramientas.....	63
Figura 16. Puntaje de las metodologías de análisis	71
Figura 17. Cumplimiento de las metodologías	72
Figura 18. Puntuación de factores para el desarrollo de la metodología.....	78
Figura 19. Cumplimiento de las metodologías, de acuerdo a los factores	80
Figura 20. Puntuación por componentes	83
Figura 21. Orden por puntuación de componentes.....	84
Figura 22. Puntuación de recursos.....	85
Figura 23. Orden por puntuación de recursos.....	85
Figura 24. Diagrama de flujo de la metodología	87
Figura 25. Cronograma en M. Project	90
Figura 26. Ruta crítica M. Project.....	91
Figura 27. Flujo de caja M. Project	95
Figura 28. Cronograma GanttPro	96
Figura 29. Visualizador de tareas	98
Figura 30. Diagrama de Gantt - GanttPro	99

Listado de anexos

Anexo 1. Matriz caracterización de herramientas tecnológicas.....	109
Anexo 2. Matriz caracterización de metodologías	112
Anexo 3. Formulario Panel de expertos	114
Anexo 4. Resultados panel expertos.....	114
Anexo 5. Matriz caracterización herramientas tecnológicas después panel expertos	137
Anexo 6. Matriz caracterización metodologías después panel expertos	138
Anexo 7. Criterios de calificación de matrices	138
Anexo 8. Gráficos de desempeño de los aplicativos Microsoft Project y GanttPro	140
Anexo 9. Casos diferenciadores.....	142

Introducción

Una apropiada gestión de proyectos, es un elemento de gran importancia para el éxito de los mismos, garantizando el cumplimiento en tiempo y calidad. En el mundo, es cada vez más común el trabajo por proyectos, que terminará desembocando en crecimientos empresariales futuros, como resultado de proyectos de desarrollo exitosos que generen nuevos productos, nuevas perspectivas de servicios o el mejoramiento de los procesos y procedimientos (Englund, 1999).

Aunque el ideal es que la gestión de proyectos refleje el cumplimiento antes nombrado, es poco común encontrar proyectos terminados en el tiempo esperado, sin sobrecostos y con la calidad esperada; por lo general se cumple uno o dos de estos requerimientos (Chamoun, 2002).

Existen varias metodologías de gestión de proyectos, que han sido planteadas por diferentes organizaciones, como la de PMI (Project Management Institute): conocida como técnica de valor ganado, EVM (Earned Value Management por sus siglas en inglés), que ofrece planificación, análisis y control de proyectos, para una buena administración y gestión (Ramos, 2010).

Es cada vez más común que las empresas del sector hidrocarburos hagan uso de estas metodologías de gestión en sus proyectos, no solo para mitigar riesgos ambientales, laborales, financieros, entre otros, también en pro de optimizar sus costos y tiempos.

Por lo anterior, a través de este trabajo de investigación se plantea la propuesta de una metodología para el seguimiento y control de proyectos del sector hidrocarburos, haciendo un análisis en periodos de tiempo y de costos para tomar decisiones acertadas ante posibles desviaciones.

A través del análisis de la teoría existente, se compone un marco de referencia que refleja los modelos, métodos, metodologías y herramientas tecnológicas, para la gestión de proyectos estudiados, en busca de realizar una fusión de las características más sobresalientes de las herramientas que permitan el desarrollo de una metodología robusta y así mejorar la planeación de proyectos en tiempo y costos.

Con el análisis de la información se procedió a presentar los resultados por cada ítem estudiado en la literatura, obteniendo desde una descripción de los componentes de las metodologías estudiadas, hasta un inventario clasificatorio de las herramientas, analizándolas y ponderando su utilidad de acuerdo a la opinión de un panel de expertos.

Este resultado, generó el desarrollo de la metodología que dió inicio a este estudio, terminando con la prueba de usabilidad de las herramientas más óptimas para el sector de hidrocarburos.

1. Diseño de la Investigación

1.1. Planteamiento del problema

Uno de los aspectos de la planeación de proyectos en el sector de hidrocarburos, consiste en revisar las mejoras y necesidades que requieren las plantas y equipos, con la finalidad de aumentar el nivel de confiabilidad de los sistemas, la estabilidad y mejora en la operación de las diferentes estaciones para los próximos años.

Se encontró que, entre las actuales herramientas tecnológicas para la planeación de proyectos, no hay una metodología que mejore el nivel de cumplimiento en la planeación en costos y en tiempos previstos de ejecución a partir de una herramienta óptima disponible con su metodología para el sector hidrocarburos. Según un estudio realizado por el Project Management Institute (PMI, 2016), en más de la mitad de las organizaciones, el 70% de sus proyectos fallan respecto al cumplimiento de sus objetivos. Sólo el 28% de las organizaciones tienen algún método estándar funcional para dar seguimiento a su desempeño en proyectos, y sólo el 2% de las empresas declaran que el 100% de los proyectos son exitosos. Sólo 2 de 3 proyectos logran aceptable o medianamente, los objetivos de sus proyectos.

Dentro de las causas principales que está generando el problema central arriba mencionado, se tiene:

- No está identificada la herramienta tecnológica apropiada para la planeación de proyectos del sector hidrocarburos.
- Aquella herramienta que se identifique como la más adecuada u óptima no garantiza una metodología o protocolo que permita mejorar los niveles de cumplimiento entre lo ejecutado frente a la planeado.
- No existe una metodología de planeación de proyectos en costos y en tiempos de ejecución a partir de una herramienta tecnológica óptima disponible para el sector de hidrocarburos.

En la revisión documental realizada, como es el caso de la investigación de Salamanca y Carranza (2014), se encontró que los efectos o consecuencias principales, generados por el problema antes mencionado, son mayores tiempos de ejecución, ocasionando sobrecostos, al no identificar las herramientas tecnológicas adecuadas para realizar el control y seguimiento de la planeación de los proyectos.

Para medir el rendimiento de un proyecto, los indicadores más usados en el área de gestión se encuentran: costos, tiempo y calidad o el usualmente llamado Triángulo de Hierro que, según la teoría de Atkinson (1999) (citado por Puentes & Guevara, 2015), se ha vinculado estrechamente con la medición del éxito de la gestión de proyectos.

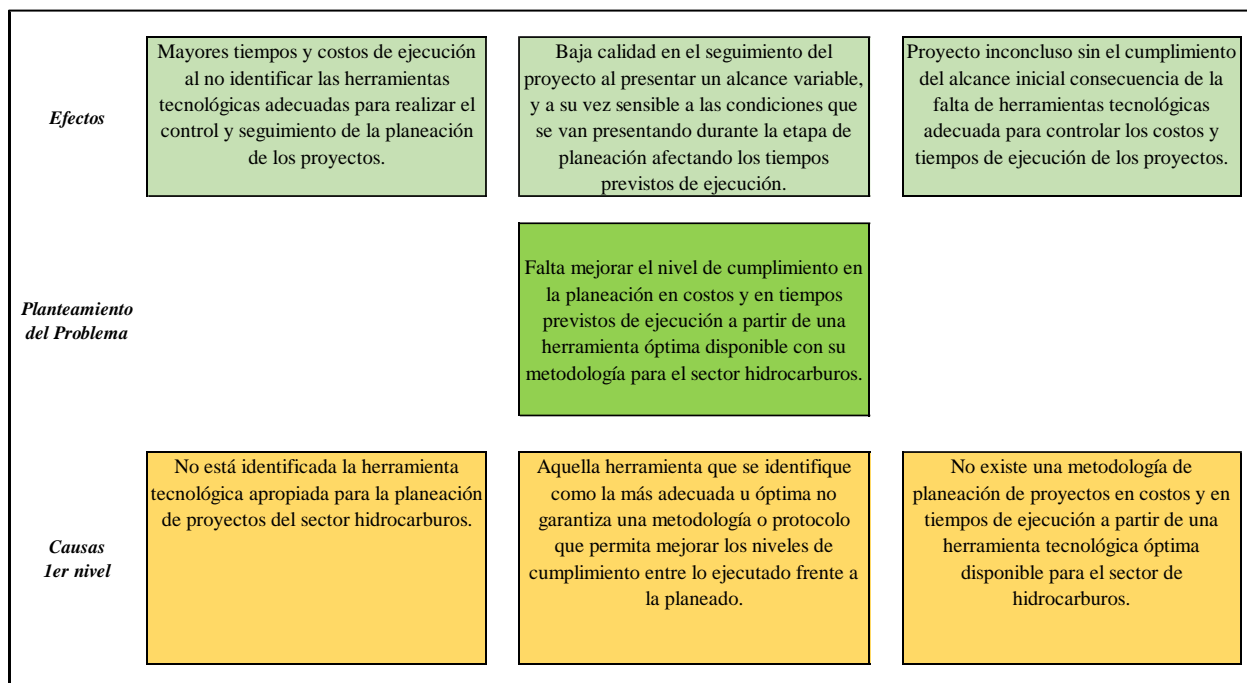
Otro efecto que está generando el problema principal, es la baja calidad en el seguimiento del proyecto al presentar un alcance variable, sensible a las condiciones que se van presentando durante la etapa de planeación afectando los tiempos previstos en la ejecución dado que no se cambian las fechas pactadas para la entrega de los proyectos, lo que conlleva a los atrasos en los cierres de los proyectos, desembocando en mayores tiempos y costos.

Es por lo anterior, que se plantea como pregunta de investigación: **¿Qué metodología de planeación de proyectos en costos y en tiempo previsto de ejecución a partir de una**

herramienta tecnológica óptima disponible para el sector de hidrocarburos que permita mejorar el nivel de cumplimiento?

Figura 1.

Árbol de problemas



1.2. Justificación

Este proyecto de investigación responde al Objetivo del Desarrollo Sostenible nueve “Industria, Innovación e Infraestructura”, y en especial en la meta “Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación”. (ONU, 2018). El desarrollo tecnológico ha crecido a tal punto que día tras día la sociedad está más “interconectada”, pero el acceso a esta aún es limitado, especialmente en los países en desarrollo como Colombia. Esta situación exige una intensificación de las políticas actuales para reducir la brecha digital, por lo que se requiere indagar más en las herramientas tecnológicas vigentes para hacer un uso adecuado.

De acuerdo con el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES, 2021), Las actividades en ciencia, tecnología e innovación (CTI) y en investigación y desarrollo (I+D) son determinantes en la sofisticación y diversificación del país, dado que aumentan la participación de las empresas en los mercados nacionales e internacionales y la productividad de los trabajadores, agregar valor a los clientes, y mejorar la competitividad de las industrias.

La transición energética que ha emprendido Colombia se considera un elemento determinante para la reactivación económica al traer nuevas inversiones y asegurar el abastecimiento energético bajo criterios económicos, asegurando el uso racional y eficiente de

los diferentes recursos. Por tanto, es necesario generar líneas de acción específicas que permitan llevar estas tecnologías, de manera coordinada, a regiones que aún no cuentan con el servicio. Los sectores de hidrocarburos y minería son relevantes para la reactivación debido a sus aportes en materia de regalías, impuestos, inversión extranjera directa y contraprestaciones económicas a favor del país, (CONPES, 2021).

Según el Plan Nacional de Desarrollo (DNP, 2018), la productividad en Colombia no ha avanzado durante los últimos 15 años. Dentro de los retos está el de “aumentar y desarrollar la adopción de tecnología de las empresas para incrementar la productividad empresarial”, pues apenas el 22% de las empresas se consideran innovadoras, y se debe aumentar la productividad laboral. El 73% de nuestro consumo de energéticos proviene de fuentes fósiles y se proyectan reservas de crudo solo hasta el 2020, según ANH Cifras y Estadísticas: Reservas- Producción, (ANH, 2018).

Este trabajo responde a una línea de investigación de la Maestría en Gerencia Integral de Proyectos, denominado “desarrollo de modelos metodológicos y herramientas para gerenciar proyectos sociales, productivos, infraestructura, ambientales, y estudios básicos”, en relación con el desarrollo de una metodología que se va a realizar durante el desarrollo de esta investigación, enfocado a la gestión de proyectos principalmente durante la fase de planeación.

La sinergia entre las herramientas tecnológicas y la gestión de proyectos, específicamente durante el proceso de planeación podría influir en las variables de tiempo-costo para su correcta consecución.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar los componentes de una metodología de planeación de proyectos en costos y en tiempo previstos de ejecución, que permita mejorar el nivel de cumplimiento, a partir de una herramienta tecnológica óptima disponible para el sector hidrocarburos.

1.3.2. Objetivos específicos

Identificar la (s) herramienta (s) tecnológica (s) disponible y más óptima (Eficiencia + Precisión) para la planeación de proyectos en costos y tiempos, aplicable al sector hidrocarburos.

Construir una metodología que permita mejorar los niveles de cumplimiento en la fase de planeación de proyectos, en costos y en tiempos previstos de ejecución.

Realizar la prueba de usabilidad para obtener los resultados del nivel de desempeño de la herramienta tecnológica, con la metodología encontrada.

2. Marco de referencia

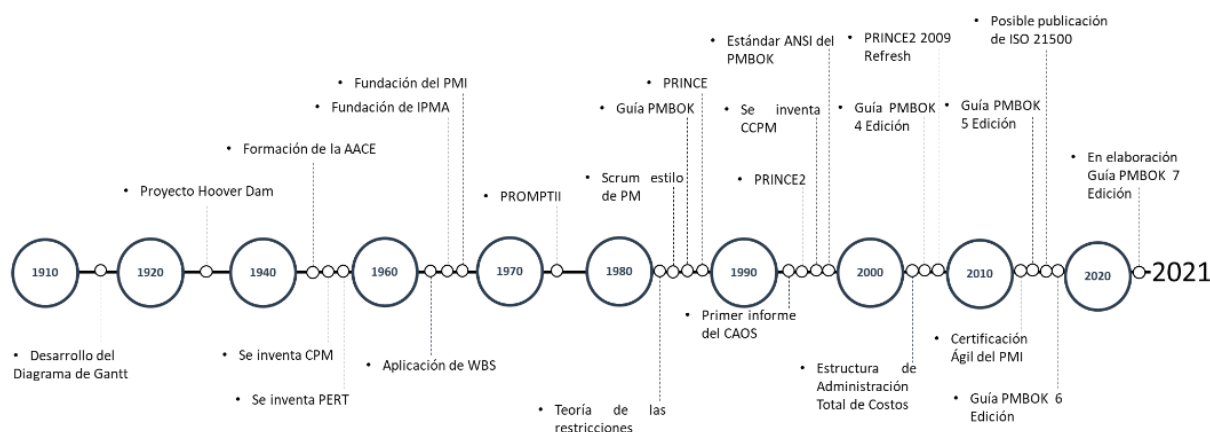
2.1. Estado del arte.

Este estudio consiste en encontrar la(s) herramienta(s) tecnológica(s) que se adapte a las necesidades de los proyectos del sector de hidrocarburos, analizando y comparando las diferentes características y funcionalidades de los programas usados en la maduración de proyectos. Además de estudiar qué metodologías y buenas prácticas de los estándares conocidos de gestión de proyectos se aplican en estas herramientas.

A lo largo de la historia, se encuentra la siguiente evolución de desarrollo y eventos en la gestión de proyectos:

Figura 2.

Historia en dirección de proyectos



Nota. Realizado con base en (Duncan, 2012).

De acuerdo con la gráfica se deduce que cada metodología está basada en los estándares reconocidos, los cuales trascienden debido a la gran complejidad de los proyectos actuales, por lo que se exige obtener resultados en menos tiempo y con mayor eficiencia en la utilización de los recursos. El resultado de esta evolución es la creación de técnicas y herramientas más ágiles, centrándose en la eficiencia y fácil manejo de las técnicas de gestión, la comunicación y colaboración entre los miembros de los equipos.

Para el desarrollo de los proyectos, específicamente durante la etapa de planeación es de gran utilidad dar seguimiento a cada uno de los componentes durante esta fase, por ello se hace útil las herramientas tecnológicas lo que posibilita mejores resultados.

De la investigación realizada sobre el tema, se encontraron estudios recientes que se clasificaron en dos grandes grupos:

Modelos, métodos y/o metodologías para la gestión de proyectos

Herramientas tecnológicas para la gestión de proyectos.

2.1.1 Modelos, métodos y/o metodologías para la gestión de proyectos

1. **Estructuración de un programa de proyectos para la integración de herramientas de gestión derivado de una operación de adquisición empresarial (Orozco, 2018).** Según este estudio, para poder implementar una herramienta tecnológica en determinado proyecto es necesario evaluar su nivel y los objetivos que se pueden cumplir con dicha herramienta. Por lo tanto, se debe analizar los siguientes ejes, los cuales deben tener relación entre sí para poder gestionar y brindar la información de proyectos a desarrollar:

Tabla 1.

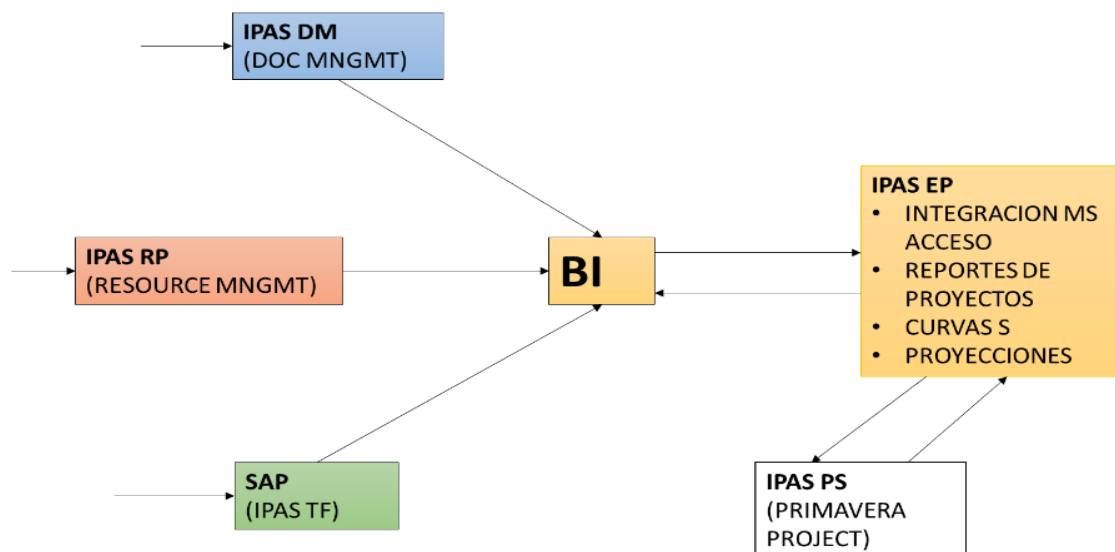
Ejes de gestión y conceptos.

Ejes	Concepto
Gestión documental (IPAS DM)	Centraliza la información para brindar al equipo de trabajo versiones finales de cada documento a usar, permite siempre estar actualizado y registrar usuario el cual modifica.
Gestión de ejecución proyectos (IPAS PS)	Consolida toda la información del proyecto por tanto permite asignar recurso humanos y financieros, revisar cargas laborales, revisar de manera global en tiempo y costo del proyecto permitiendo centralizar todas las áreas del proyecto, analizar desviaciones y cumplimientos y tomar decisiones de requerirse.
Gestión del talento humano (IPAS RP)	Centraliza la información de todos los usuarios involucrados en el proyecto, tales como información académica, familiar, interpersonal, entre otros.
Gestión de tiempos y costos (IPAS TF - SAP)	Centraliza la información financiera de las empresas “en tiempo real”.

Nota. Realizado con base en (Orozco, 2018).

Figura 3.

Interrelación entre los softwares de gestión de proyectos de la empresa adquiriente



Nota. Orozco, 2018.

2. Modelo para la Gestión del Tiempo basado en la Guía PMBOK® en proyectos de Tecnologías de Información y Comunicaciones caso de estudio: Industria del petróleo en Colombia (Pérez, 2018). Para revisar el modelo de gestión del tiempo en el sector de hidrocarburos basado en el estándar del PMBOK, se identifican tres factores importantes, lo que se llama la triple restricción o triángulo de decisivo, lo que relaciona alcance, tiempo y costo, si algún factor cambia automáticamente los otros dos también se ven afectadas inevitablemente, lo que causa un final en un proyecto. En este estudio se muestra la carencia de herramientas de gestión, lo que conlleva a fracasos financieros, atrasos en ejecución e incluso a no cumplir con el objetivo principal y todo esto parte de la falla en la definición de un cronograma el cual es la base para establecer cuando se arranca y cuando se terminan las actividades, adicionalmente se deben establecer línea base, la cual visualiza como lograr el alcance del proyecto en tiempo determinado.

Figura 4.

Modelo propuesto para la gestión del tiempo en proyectos TIC de la industria petrolera colombiana



Nota. Basado en Pérez (2018). A partir de la Guía PMBOK Versión 4.

El éxito del estudio realizado es siempre estar retroalimentando en cada etapa del proyecto, dado que es un modelo dinámico y permite ajustarse a diferentes ambientes lo cual permite detectar falencias y corregir a tiempo, siempre en pro de la mejora continua. Incluso permite tomar lecciones aprendidas de diferentes proyectos para optimizar etapas y ajustar velas del proyecto en desarrollo.

3. Modelo para el monitoreo y control de proyectos en el sector de hidrocarburos, un caso aplicado” (Alfaro y Carranza, 2014). En la industria de hidrocarburos las mayores deficiencias están en la planeación de los proyectos por tanto es un factor que impacta los tiempos de ejecución, dado que el no tener delimitaciones en las actividades que se requieren, hace que no se formalicen inicios y/o los cierres de los proyectos, y se cae en un mal manejo por no tener herramientas para el control de la ejecución, por tanto, se atrasan actividades hasta llegar a afectar el presupuesto por no definir un horizonte claro. Para ello es necesario realizar un análisis del entorno, es decir, análisis de riesgos con el fin de establecer un control y aseguramiento de calidad del proyecto a ejecutar, relacionando todos los factores, planificando cada actividad, hasta terminar ejecución y cierre del proyecto, con el fin de disminuir las reclamaciones económicas por parte del ejecutor del proyecto.

Del tema de investigación “Técnicas y herramientas para la gestión de las comunicaciones en equipos virtuales durante la ejecución de proyectos globales” (Uribe, 2014), sustenta conforme en el estudio publicado por el PMI®¹, el rol esencial de las comunicaciones (PMI, 2013a), que como factor de éxito y el más importante, en la gerencia de proyectos es la gestión comunicativa, pues se tiene identificado que uno de cada cinco proyectos fracasa por motivo de poca o mala gestión de un área determinada.

Tabla 2.

Clasificación de las herramientas para la gestión de las comunicaciones.

Herramientas sincrónicas	Herramientas asincrónicas
Escritorio compartido y conferencia de datos en tiempo real	Correo electrónico
Salas virtuales de reunión	Calendarios y agendas grupales
Pantallas electrónicas	Páginas web y boletines electrónicos
Video conferencia	Bases de datos Compartida (Ej. SharePoint).
Audio conferencia	Aplicaciones de flujos de trabajo
Mensajería instantánea	blogs y foros de discusión

Nota. Basado en Uribe (2014).

De acuerdo con la tabla anterior, el gerente de proyectos debe entender cuáles herramientas están disponibles dentro de su organización y definir cómo hacer el mejor uso de estas de acuerdo las necesidades específicas del proyecto.

Del PMI (2013b) y los tres métodos de comunicación que identifica:

Comunicación interactiva: Entre dos o más miembros del equipo en forma bidireccional. Se usa comúnmente en reuniones.

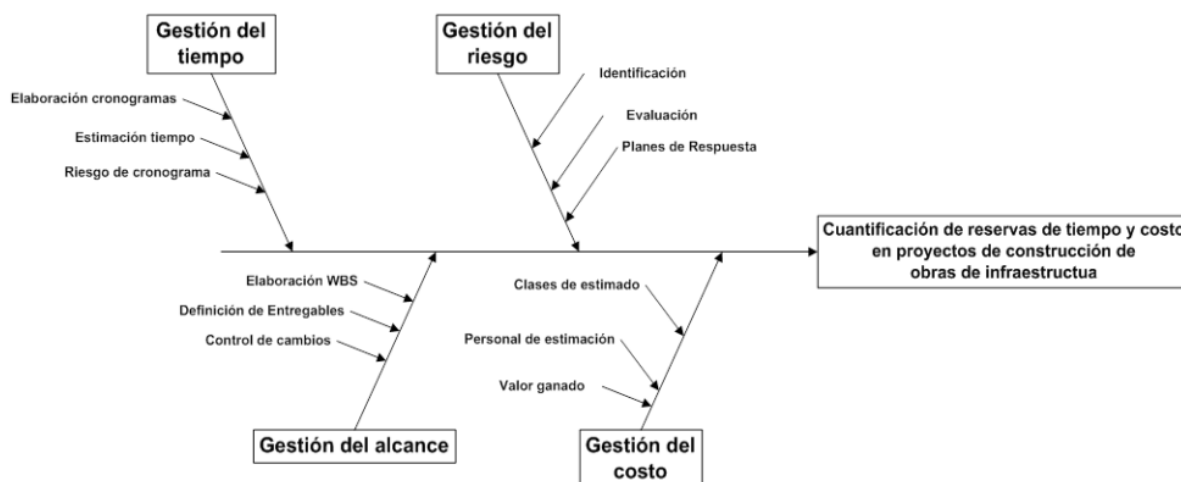
Comunicación tipo push: Es la enviada a uno o varios receptores de manera unidireccional. La más usada es el correo electrónico.

Comunicación tipo pull: se requiere compartir grandes cantidades de información a audiencias de gran tamaño. Se usan las páginas web y los repositorios de documentos, entre otros.

4. *Diseño de una metodología de análisis de decisión para la cuantificación de las reservas de contingencia de tiempo y costo para la planeación y control en proyectos de construcción de obras de infraestructura (López, 2011).* Los proyectos deben estructurarse de tal manera que todos los procesos puedan sistematizarse y evaluarse en cada fase, con el objetivo de realizar una retroalimentación continua que permita identificar los riesgos latentes y presentes que afecten el alcance del proyecto, su resultado es generar planes de choque que no impacten la duración y el costo de este.

Figura 5.

Diagrama causa – efecto para identificar factores a incluir en el diagnóstico de la situación actual

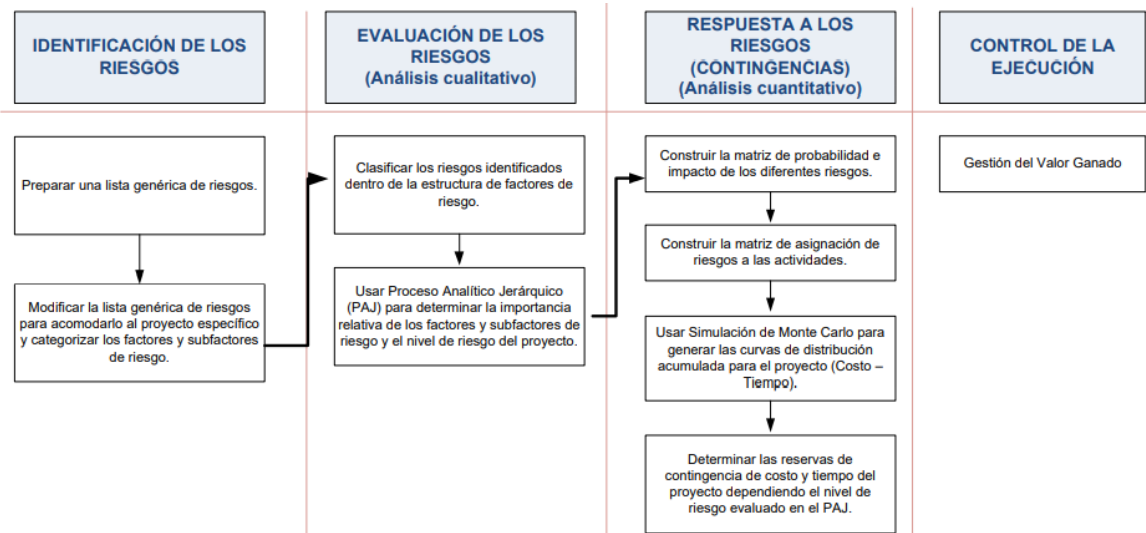


Nota. Basado en López (2011).

La metodología propuesta en el estudio la desarrollaron en cuatro (4) pasos:

Figura 6.

Diagrama de flujo general de la metodología propuesta



Nota. Basado en López (2011).

Entre los resultados del estudio, se encuentran:

- Crear líneas de contingencia no deben hacerse sobre un presupuesto estimado con un porcentaje de clase mayor sino el mínimo porcentaje de desviación permitido, es decir, en la

clase del estimado con menos incertidumbre, además a cada proyecto debe dársele un manejo particular sin generalizar el ciclo del proyecto.

- Las líneas de contingencias deben hacer a partir de una evaluación de riesgos de acuerdo con la dinámica de cada proyecto, dado que es un factor importante por ser un recurso para usar en caso de un evento imprevisto para la materialización de los riesgos el cual afecta directamente el presupuesto estimado del proyecto.

5. Metodología para el seguimiento y control de proyectos complejos de construcción. Aplicación en el sector hidroenergético” (Urgilés, 2019). En este estudio, se revisaron las principales técnicas y metodologías trabajadas para el seguimiento y control de proyectos, donde resaltan como principal la nombrada Earned Value Management.

El estudio incluyó la Técnica del Valor Ganado – Earned Value Management (EVM). Desde el año 2005, el método del Valor Ganado (EVM) es adoptado por el Project Management Institute (PMI). La técnica es muy usada y exitosa, se puede usar en distintos escenarios para la ejecución de proyectos. Es recomendada para los procesos de control de cronograma y costos de un proyecto, realiza una comparación del desempeño de la línea base o planificado respecto al real, tanto en tiempo o cronograma como costos reales ejecutados.

La metodología propuesta en la tesis, CTCR (Costo, Tiempo, Criticidad y Riesgos), aporta para el seguimiento y control de proyectos, haciendo un análisis y en periodos de tiempo de costos de estas, para lograr tomar decisiones ante posibles desviaciones.

Tabla 3.

Predicción efectiva del plazo a la conclusión del proyecto aplicando los métodos CTCR y EVM

Proyecto Hidroeléctrico	Plazo estimado (meses)	Predicción efectiva CTCR (meses previos a la conclusión)	Predicción Efectiva EVM (meses previos a la conclusión)
Cardenillo	75	6	5
Mazar Dudas	27	4	2
Sopladora	47	4	1
Santiago	68	5	4

Nota: Basado en Urgilés (2019).

CTCR (siglas de su nombre) al basar su métrica en los cuatro componentes, se debe realizar mayor esfuerzo y requerimiento de mediciones, en comparación con el método EVM, que sólo se basa en la variable costo.

En esta tesis doctoral, desarrollan una metodología que incluye las variables: costo, tiempo, criticidad y riesgos en sus mediciones, obteniendo medidas de avance físico y proyecciones del cronograma con mayor eficiencia en comparación a las tradicionales.

En esta indica, que la planificación y programación de los proyectos inicia con la construcción de una Estructura de Desglose de Trabajo (EDT), apuntando en la importancia que esta representa en seguimiento y control. Según estudios futuros, se puede investigar en definir una metodología exclusiva con procedimientos que permitan definir adecuadamente la EDT de un proyecto a estudiar, en nuestro caso, en el sector hidrocarburos.

6. Una propuesta de mejora. La planificación y control de proyectos en la industria de aviones militares” (Redondo, 2011). La técnica PERT (Técnica de Evaluación y Revisión de Programas) es una técnica heurística para la planeación de tiempos y definición del costo. El método de la Cadena Crítica aumenta la probabilidad de entregar en plazo los proyectos, un mayor flujo de caja y un cálculo más realista a la hora de estimar la rentabilidad futura del mismo. La Teoría de las Limitaciones (TOC) en primer lugar la estructura jerárquica piramidal, además de considerar que el rendimiento individual de un determinado centro de trabajo para conseguir un aumento del inventario sólo sería productivo en la medida que ese coste sea vendible a corto plazo.

En el trabajo que realizan, hacen una encuesta a veinte (20) empleados que trabajan en el sector y con experiencia mínima de tres (3) años en gestión de proyectos, donde se les solicita diligenciar diecisiete (17) preguntas relacionadas a los trabajos que se realizan y gestión de proyectos. Se realiza un análisis detallado para cada una de las respuestas dadas. El sistema informático de gestión que usan es SAP, para calcular el avance de sus proyectos.

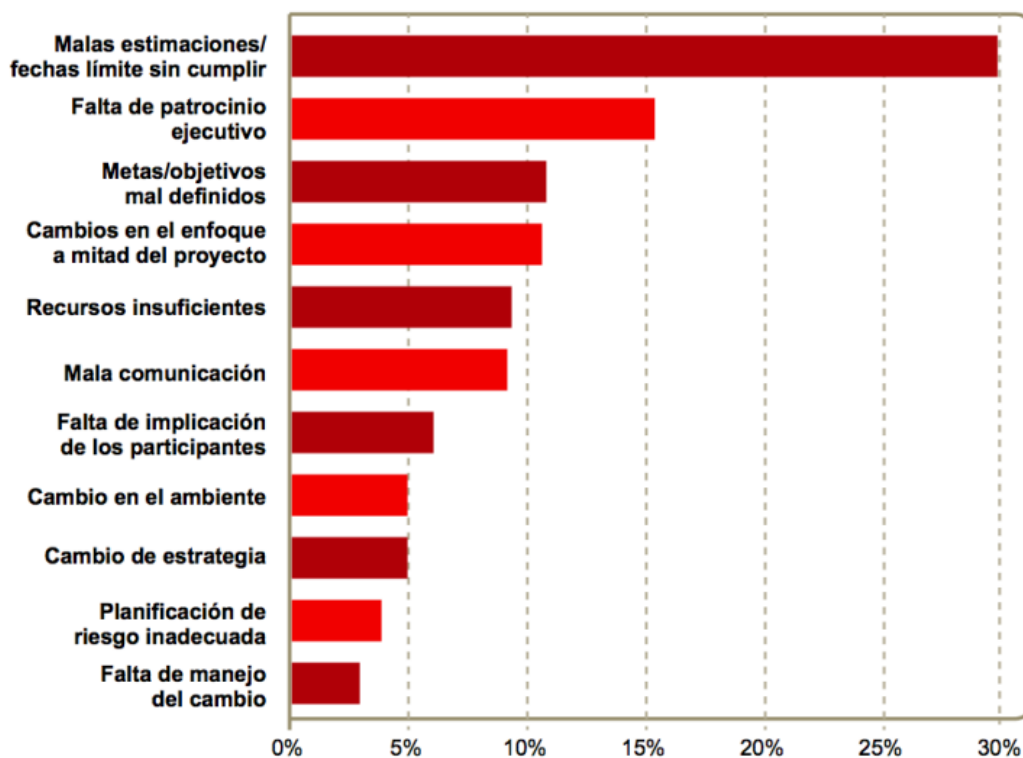
El tratamiento de la encuesta, muestran que las variables financieras Beneficio Neto, Rentabilidad y Liquidez son las comúnmente usado al momento de controlar un proyecto en ejecución, al tiempo que son muy generales para tomar decisiones operativas. Han descubierto que las herramientas de planificación y control utilizan la descomposición de los trabajos en paquetes, la asignación jerarquizada en su forma más elemental (actividad) y en árbol, usando el modo financiero de SAP.

Según los autores, las dos herramientas básicas que ayudan a la Planificación y Control de un proyecto son el Diagrama de Gantt (indica cuándo están programadas las tareas) y el PERT (ayuda a comprender las relaciones de estas). Además, indica que estas se deberían realizar siempre, y no cuando hay inconvenientes en las finanzas.

7. Diseño de una metodología para la gestión de proyectos de TI en el MinTIC (Viloria, 2019). Las metodologías de gestión de proyectos son fundamentales para el fortalecimiento en el desarrollo de los proyectos dado que en cada etapa del ciclo de vida del proyecto: inicio, planeación, ejecución, seguimiento y control, y cierre, cada una de estas etapas poseen características similares las cuales se enfocan en un trabajo concreto para lograr un objetivo el cual debe disponer de un entregable revisado y aprobado al finalizar cada una. Lo que permiten asegurar el aprendizaje del equipo involucrado dentro del proyecto, disminuir los riesgos e implementar nuevas herramientas tecnológicas de seguimiento y control durante el desarrollo del proyecto, es por esto se deben adoptar estándares internacionales, y lineamientos establecidos como el PMI y su guía PMBOK versión 6.

Figura 7.

Factores que influyen a un mal rendimiento de los proyectos



Nota: Resultados de la tercera encuesta global del estado actual del manejo del proyecto. Tomado de Vilorio, 2019.

Existen muchas falencias en el rendimiento de los proyectos los cuales su mayor porcentaje de causa conforme a la gráfica anterior, corresponde a las malas estimaciones / fechas límites sin cumplir, y la falta de patrocinio ejecutivo, los cuales se reflejan el seguimiento y control del proyecto, pese a que existen metodologías a nivel nacional que exigen que se realice la maduración de los proyectos que establece el DNP, pues se enfocan a planear con los recursos presupuestales e identificación de una población beneficiada del proyecto, lo que genera una incertidumbre por los aspectos para definir las actividades con un nivel de detalle, gestionar los riesgos del proyecto, recursos humanos, calidad y entre otros.

Al momento de realizar seguimiento a los proyectos se crea documentación la cual no está alineada con lo establecido en el Modelo Integrado de Gestión y su sistema de gestión de calidad, por tanto no presenta estandarización ni lineamiento preciso para la gestión de los proyectos, algunas áreas adquieren herramientas tecnológicas para facilitar el seguimiento a los proyectos pero no existe una base estándar que parametrize la herramienta con los requerimientos mínimos que se deben articular a partir de una metodología de proyectos.

En la siguiente tabla, se observan diez (10) áreas base que son punto de partida para ampliar los conocimientos de gestión de proyectos en las organizaciones:

Tabla 4.
Grupo de procesos del PMBOK V6.

Áreas de conocimiento	Grupo de procesos de inicio	Grupo de proceso de la dirección de proyectos				Grupo de procesos de cierre
		Grupo de procesos de planificación	Grupo de procesos de ejecución	Grupo de procesos de monitoreo control		
Gestión de la integración del proyecto	Desarrollar el Acta de constitución del proyecto	Desarrollar el plan para la dirección del proyecto	Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto. Gestionar el conocimiento del proyecto	Monitorear y controlar el trabajo del proyecto Realizar el control integrado de cambios	Cerrar el proyecto o fase	
Gestión del alcance del proyecto		Planificar la gestión del alcance Recopilar requisitos Definir el alcance Crear la EDT/WBS		Validar el alcance Controlar el alcance		
Gestión del cronograma del proyecto		Planificar la gestión del cronograma Definir las actividades Secuenciar las actividades Estimar la duración de las actividades		Controlar el cronograma		
Gestión de los costos		Desarrollar el cronograma Planificar la gestión de costos Estimar los costos Determinar el presupuesto		Controlar los costos		

Gestión de la calidad del proyecto		Planificar la gestión de la calidad	Gestión al calidad	Controlar la calidad
Gestión de los recursos del proyecto		Planificar la gestión de recursos Estimar los recursos de las actividades	Adquirir recursos Desarrollar el equipo Dirigir el equipo	Controlar los recursos
Gestión de las comunicaciones del proyecto		Planificar la gestión de las comunicaciones	Gestionar las comunicaciones	Monitorear las comunicaciones
Gestión de los riesgos del proyecto		Planificar la gestión del riesgo Identificar los riesgos Realizar el análisis cualitativo de riesgos Realizar análisis cuantitativo de riesgos Planificar la respuesta a riesgos	Implementar la respuesta a los riesgos	Monitorear los riesgos
Gestión de las adquisiciones del proyecto		Planificar la gestión de las adquisiciones	Efectuar las adquisiciones	Controlar las adquisiciones
Gestión de los interesados del proyecto	Identificar a los interesados	Planificar el involucramiento de los interesados	Gestionar la participación de los interesados	Monitorear el involucramiento de los interesados

Nota. Tomado de Vilorio (2019).

Tener definido los grupos de procesos para el desarrollo de proyectos permiten tener una vista general desde cada una de las áreas de conocimiento, construir insumos que faciliten la gestión de proyectos, se crea una cultura organizacional de la gestión de los

proyectos con el objetivo de tener una vista de la totalidad de las actividades que se gestionan durante el ciclo de vida de los proyectos.

8. *Diseño de una metodología para la gestión de proyectos de inversión en el ITM, basada en el Project Management Institute–PMI (Carmona y Díaz, 2011).* Todas las organizaciones o instituciones, tiene como objetivo alcanzar y trabajar continuamente en busca de permanecer en el tiempo y mejorar continuamente. Para alcanzar este objetivo se requiere la aplicación de técnicas innovadoras de administración para incrementar los resultados con parámetros claros de eficiencia, eficacia y efectividad.

Una gestión adecuada de proyectos determina el éxito o fracaso de una organización o institución, debido a que un error en la planeación o ejecución de un proyecto causa pérdidas relacionadas principalmente con el factor tiempo y dinero, razón por la cual éstos deben planearse y ejecutarse tomando en cuenta la premisa de que los proyectos se desarrollan para obtener una mejora significativa en la organización, cumpliendo con las expectativas de calidad, costo y tiempo; para lo que se necesita manejar un lenguaje común que facilite la comunicación, disminuya los riesgos, acelerar la entrega de resultados, facilitar el proceso de tomas de decisiones, asegurar un adecuado desarrollo y ejecución de los proyectos de inversión impidiendo la desviaciones en aspectos como los costos, el tiempo y el alcance, proporcionar ventajas competitivas, definición de una metodología única para la integración de los procesos y que se pueda ejecutar con éxito, alcanzar de forma permanente los beneficios deseados en diferentes los proyectos de inversión, promover en la Institución una cultura que soporte la gestión de proyectos. Identificar las fortalezas y necesidades de la gestión de proyectos y los beneficios que pueden alcanzarse a corto y largo plazo. Fortalecer las competencias y desarrollar el currículum en gestión de proyectos de los funcionarios para lograr que los beneficios puedan sostenerse en el tiempo.

La metodología DOFA, es el acrónimo para describir las Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas en las organizaciones e instituciones con el objetivo de orientar a la toma de decisiones en cualquier proceso o ciclo de vida del proyecto, dado que, proporciona una visión amplia de la situación presente; es muy utilizada para la planificación, análisis y diagnóstico con el fin de minimizar o evitar la materialización de los riesgos.

9. *Método del Valor Ganado (EVM): aplicación en la gestión de proyectos de edificación en España (Fuente, 2016).* Según el Project Management Institute (PMI) el método del Valor Ganado (EVM) es denominado una herramienta de gestión, planificación y supervisión de proyectos donde relaciona la programación inicial con la ejecución realizada, determinando los requisitos de coste y tiempo. Además, es un método que se utiliza comúnmente para medición del desempeño, integrando alcance del proyecto, costo y cronograma, así ayuda a evaluar y medir el desempeño y avance del proyecto, este se puede aplicar a cualquier clase de industria.

De acuerdo con el estudio realizado por el autor, es importante conocer los momentos en que se van a ejecutar las actividades de un proyecto. La única manera de lograr esto es llevando a cabo un control temporal de la obra eficaz y actualizado, que permita conocer en cualquier periodo de ejecución cómo se prevé el desarrollo de esta.

El hecho de no conseguir predecir bien el tiempo de finalización del proyecto por parte del Método del Valor Ganado (EVM) en obras de edificación se debe en gran parte a que las actividades programadas inicialmente no se han ejecutado según lo previsto, si no que han sufrido desviaciones en algunos casos importantes.

Del estudio, se identifica que los costes se usan de forma independiente al tiempo en que se tarda en finalizar el proyecto, lo cual en el estudio del EVM es muy importante para identificar la variación de forma conjunta.

2.1.2. Herramientas tecnológicas para la gestión de proyectos

1. **Análisis comparativo de las herramientas software para gestión de proyectos (Soto, 2017).** Este estudio permite obtener las diferencias más importantes de la investigación y comparación de diferentes herramientas tecnológicas usadas en la gestión de proyecto, donde se analizan características y funcionalidades de estas.

Siguiendo la realización del cuadrante, metodología usada por la empresa Gartner, resultó muy práctico e interesante para su investigación, y el análisis de los programas, donde recopilamos las áreas de conocimiento para gestión usando las ocho herramientas que definieron y analizaron, como se evidencia en la tabla 5.

Tabla 5.
Áreas vs Programas.

Áreas	PMI (PM-BOK) Programas									
	Integración	Alcance	Tiempo	Costes	Calidad	RRHH	Interesados	Comunicación	Riesgos	Adquisición
MS Project	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗
Primavera P6	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗
Professional	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗
Sinnaps	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗
Wrike	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗
Trello	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗
JIRA	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗
Asana	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗
Podio	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗

Nota. Basado en Soto (2017).

Para el tema de interés del trabajo de grado, se puede observar de la tabla anterior que sólo las tres primeras herramientas son de utilidad para las variables en tiempo y costes. En las siguientes tablas se puede observar mayor detalle en la obtención de estos resultados:

Tabla 6.
Gestión del tiempo.

Área	Tiempo				
	Definición actividades	Ordenación actividades	Estimación duración actividades	Desarrollo del programa	Control del programa
MS Project	✓	✓	✓	✓	✓
Primavera	✓	✓	✓	✓	✓
Sinnaps	✓	✓	✓	✓	✓
Wrike	✓	✓	✓	✓	✓
Trello	✓	✓	✓	✓	✓
JIRA	✓	✓	✓	✓	✓
Asana	✓	✓	✓	✓	✓
Podio	✓	✓	✓	✓	✓

Nota. Basado en Soto (2017).

La gestión del tiempo de la Tabla 6, encontró en el análisis, que algunas herramientas se basan en diferentes metodologías para su gestión, entre los usados están el Diagrama de Gantt para realizar planificación, seguimiento y control de tareas, otros utilizan metodologías como los tableros (Soto, 2017).

Tabla 7.
Gestión de coste

Área	Costes			
	Planificación de recursos (personal, material, equipam)	Estimación y presupuesto de costes	Control de costes	Informes de indicadores (TIR, VAN, CPTP, CPTR)
MS Project	✓	✓	✓	✓
Primavera	✓	✓	✓	✓
Sinnaps	✓	✓	✓	✓
Wrike	✗	✗	✗	✗
Trello	✗	✗	✗	✗
JIRA	✗	✗	✗	✗
Asana	✗	✗	✗	✗
Podio	✗	✗	✗	✗

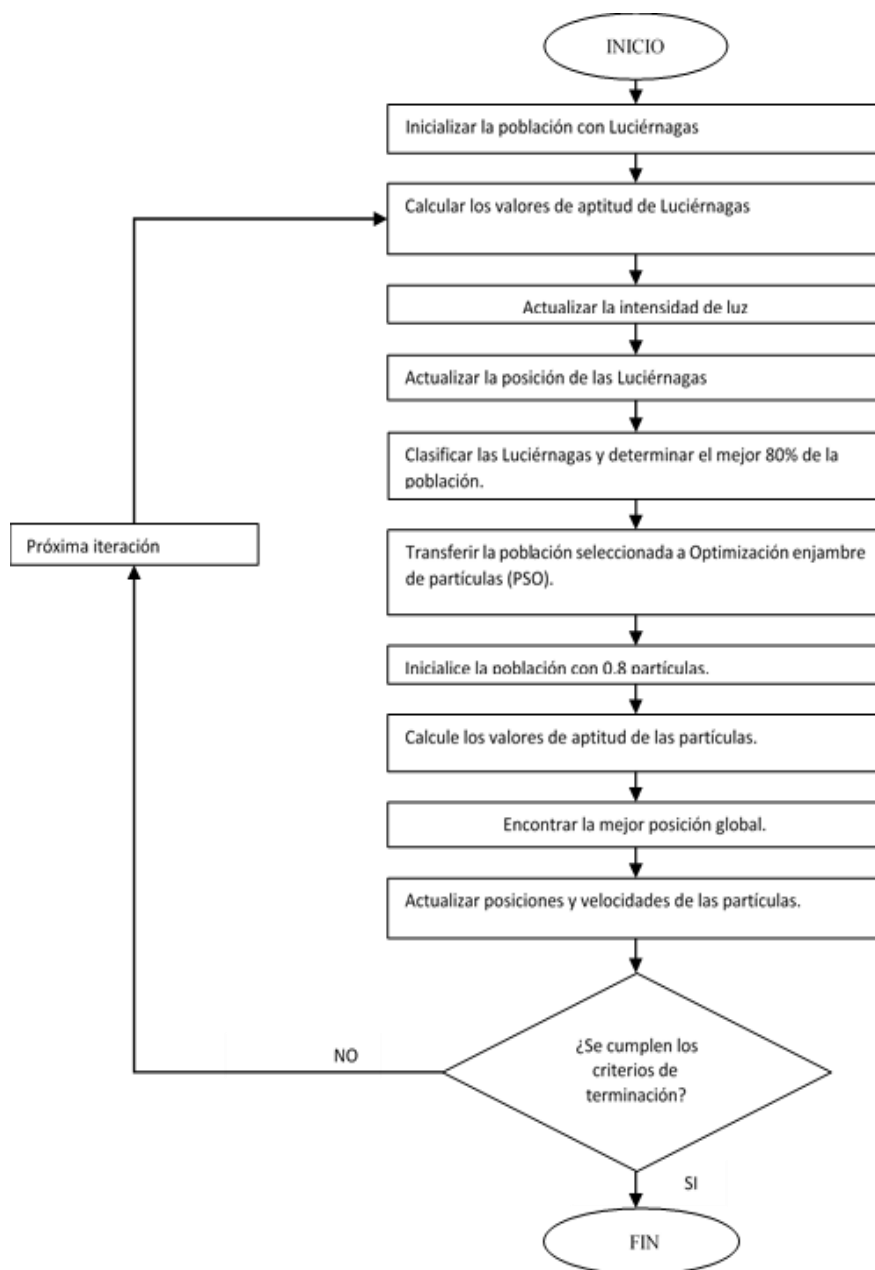
Nota. Basado en Soto (2017).

En los costes de la tabla 7, los tres programas que siguen sus procesos y acorde a la variable costes son MS Project, Primavera y Sinnaps. Corresponde, según a que, en el grupo restante, en la investigación no se daba la opción de introducir el coste de cada recurso.

Recomiendan el uso de estas herramientas, pues no encontraron dificultad en el manejo de estas, además de que se pueden integrar con otras, y responden a los requerimientos para el proyecto en estudiado en la investigación. Además, se llega a la conclusión dentro de la misma, que no conveniente el uso de la herramienta Excel pues es complejo para la gestión de proyectos con una nula posibilidad de colaboración entre las partes interesadas del proyecto.

2. Optimización multimodal para la compensación de tiempo y costo en proyectos de construcción utilizando un método híbrido novedoso basado en FA y PSO (Albayrak y Özdemir, 2017). En la actualidad los proyectos tienden a modificarse debido a la premura de completarlos antes del tiempo pactado por varias razones, tales como cambios de alcance, tecnología, contratos anticipados, fechas límite impuestas, compromisos contractuales, costos generales y presión para mover recursos a otro proyecto. Por esto, algunas de las actividades deben acelerarse para reducir la duración total del proyecto lo que implica recurso adicional lo que provoca incrementos en el costo total del proyecto.

Sin duda existe una relación inversamente proporcional entre tiempo – Costo para ello se ha necesario implementar algoritmos metaheurísticos lo que significa mejorar las ventajas de los algoritmos para crear el algoritmo híbridos teniendo un valor práctico con el fin de superar las deficiencias de los algoritmos básicos, para ello se crea el siguiente diagrama de flujo:

Figura 8.*Diagrama de flujo*

Nota. Tomado de Albayrak y Özdemir (2017).

De acuerdo con el diagrama planteado por la unión de algoritmos metaheurísticos permite identificar tareas principales, las diversas variables y limitaciones presentes en los proyectos y a mejorar las soluciones deficientes, proporcionando alternativas fáciles y económicas, dado que cada proyecto tiene sus propias condiciones únicas.

Dado que el algoritmo planteado no tiene ninguna limitación al número de objetivos facilita la solución de otros problemas de optimización multiobjetivo en el campo de la gestión, la compensación entre rendimiento, costo y confiabilidad; compensaciones de tiempo, costo y seguridad; y recursos limitados y nivelación de recursos en las actividades de programación de proyectos.

3. Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia (Lozano, Patiño, Gómez, & Torres, 2018). Los proyectos de construcción en muchas ocasiones se enfrentan a dificultades relacionadas con diferencias de tiempos y costos, respecto a la línea base establecida en la etapa de planeación. Estos dos temas fundamentales, aunque son difíciles de controlar, debido a muchas variables que éstas involucran, un previo conocimiento de los factores que más influyen en los cambios de tiempo y costos es de gran ayuda para que los desarrolladores de proyectos.

Países desarrollados como el Reino Unido, que cuentan con la disponibilidad de múltiples técnicas para el control de proyectos y software avanzado, reportan que muchos proyectos aún no cumplen con las expectativas respecto a tiempo y costo. Analizando específicamente el tema de desviaciones en tiempos, un factor muy importante reconocido como causa es el error en los diseños.

Respecto a cambios en los costos evaluados en la etapa de planeación con respecto a lo realmente invertido hasta la etapa de entrega de los proyectos, existen múltiples factores que influyen significativamente. Algunos corresponden a factores relacionados con la organización y gestión interna de los proyectos, y otros a factores relacionados con el entorno sociocultural, es decir, el ámbito económico, tecnológico y político dentro de los cuales las organizaciones operan.

Para la variable tiempo, se encontró que planeación, partes involucradas y sector en la actividad económica, afectan de manera significativa. Con respecto al sector en la actividad económica, los proyectos se dividen en públicos o privados. Para ambos casos existen múltiples aspectos que generan desviaciones en el cronograma.

En proyectos públicos, la competencia en procesos licitatorios genera que las propuestas no sean debidamente elaboradas, dejando pasar detalles importantes en el cronograma de actividades. En proyectos privados, los entrevistados mencionan que se presentan inconvenientes en los trámites legales, y de licencias ambientales, así como en la adquisición de tierras, lo cual representa un atraso en el inicio y/o ejecución de los proyectos.

De acuerdo con los resultados, cuando la planeación es buena se presentan variaciones de tiempo significativamente menores. Sin embargo, no se encuentran diferencias significativas cuando se comparan los casos en los que se tienen una planeación regular con una deficiente.

Del mismo modo, los factores significativos dentro de las partes involucradas son: falta de integración de los profesionales involucrados e incumplimiento por parte de subcontratistas. Para los agentes externos, solo las fluctuaciones de la moneda son un factor significativo.

Por otro lado, la significancia del factor de subestimación de riesgos, resultó siendo un aspecto importante que inhibe el cumplimiento de los objetivos propuestos en los proyectos.

Al realizar un análisis de costos, se evidenció que la planeación y el sector en la actividad económica, afectan de manera significativa el costo del proyecto, representando entre los dos, el 44% del total de causas identificadas con el estudio.

En el análisis de tiempos y costos, el factor de planeación resulta comúnmente significativo en la variación, lo que se traduce en que la planeación deficiente repercute en los proyectos generando diferencias de tiempo y costo.

Al realizar el análisis correlacional de las variables costo y tiempo con la variable sector económico, se evidenció que existe una correlación positiva en el sector privado, mientras que en el público no fue significativa, dado que las extensiones de tiempo estipuladas no siempre se hacen con adición de presupuesto, para evitar los problemas de prórrogas en contratación pública, mientras que en el sector privado, la correlación se manifiesta, en que el aumento en el tiempo implica por lo general aumento en los costos, puesto que a medida que se excede el plazo inicial, se genera un incremento en el costo de mano de obra, maquinaria, servicios, entre otros. De hecho, los involucrados manifestaron que, para cumplir con el tiempo de entrega planeado, a veces era necesario pasar por alto los límites de los recursos económicos, lo cual repercutía en las variaciones negativas en costo.

Como recomendación del proyecto, se destaca el reforzar la formación en planificación y programación detallada de proyectos, y durante la etapa constructiva llevar un control minucioso del presupuesto y los pedidos de material para garantizar la continuidad de la obra. Dentro de la planeación, es también importante desarrollar e implementar modelos de integración entre los profesionales involucrados, definiendo roles objetivamente y cumpliendo con estos de la manera más aproximada; implementando, además, tecnologías de modelación de proyectos que permitan integrar el trabajo de diseño y construcción de los profesionales involucrados y hacerse una idea del resultado final, identificando posibles riesgos.

4. Implementación de herramientas tecnológicas para el gerenciamiento de proyectos (Camacho & Gutierrez, 2021). Este trabajo se realiza por la necesidad de la empresa VICPAR S.A., de solucionar pérdidas derivadas de la falta de tecnología, por la cantidad de desplazamientos que los profesionales deben realizar a las diferentes obras a nivel nacional.

También se busca la implementación de un software especializado en gerencia de proyectos, el cual busca hacer más eficiente la coordinación, planeación y seguimiento de proyectos mediante la aplicación de conocimiento y estrategias para su utilización, con lo que se aumentará la posibilidad de éxito, satisfacción de los clientes tanto internos como externos y sobre todo asegurar las utilidades de la compañía.

A través de un análisis PESTLE, se identifican los riesgos del proyecto en estudio, además de realizar la categorización y evaluación de impactos que podrían ocasionar afectaciones, para lo cual, se hace uso de la matriz de valoración de riesgos. El resultado del análisis, muestra que el riesgo más alto es el tecnológico, seguido por el de origen humano, ratificando la importancia de las herramientas tecnológicas, para la gestión de proyectos.

Como parte del estudio, se realizó un comparativo de las diferentes plataformas de software ITM PLATFORM, ACTITIME, LIQUIDPLANNER, WRIKE, PROWORKFLOW, KANBANIZE, SMARTSHEET, ASANA, PROJECTMANAGER y VERSIONONE para escoger la más eficiente o la afinidad a las necesidades de la empresa. Para este estudio se adquiere y se instala en la zona de operaciones el software de Project Manager.

Una vez analizadas todas las variables y necesidades de la compañía, se concluye que la implementación del software cumple las expectativas de los interesados, ya que va reducir los

tiempos de comunicación entre obra y oficina, ofreciendo una interacción en tiempo real entre todos los miembros que involucre la ejecución de cada proyecto.

Con lo anterior se podrán reducir significativamente los tiempos en obra, los cuales son causados por falta de comunicación e interrelación entre cada una de las dependencias de la compañía.

El presente estudio se interesó por el desarrollo de un método cuyos lineamientos intenta aplicar buenas prácticas para la gestión de proyectos.

2.2. Marco teórico

El referente teórico de la investigación lo constituyen: el proyecto y sus fases; metodología; sector hidrocarburos; y, herramienta (s) tecnológica (s).

2.2.1. Fases de un proyecto

La formulación de un proyecto significa, verificar los efectos económicos, técnicos, financieros, institucionales, jurídicos, ambientales, políticos y organizativos, de asignar recursos hacia el logro de unos objetivos (Miranda, 2010).

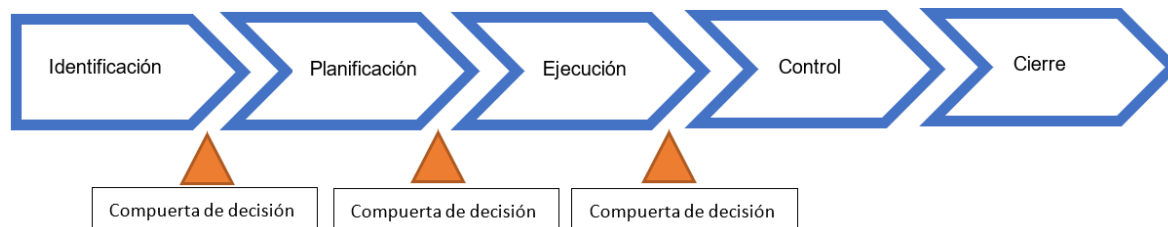
Para Méndez (2016), un proyecto es el análisis estructurado de una idea que se pretende llevar a cabo con el objetivo de producir bienes o servicios, para atender una necesidad o aprovechar una oportunidad en una población determinada (pág. 525).

De acuerdo a la definición de la guía PMBOK, (PMI, 2017) las fases del proyecto son divisiones dentro del mismo proyecto, donde es necesario ejercer un control adicional para gestionar eficazmente la conclusión de un entregable mayor. Para crear y desarrollar un proyecto, es necesario tener claro las fases, dado que contribuyen a desarrollar, manejar cada detalle, a tomar un orden en cada paso a dar y así alcanzar el éxito.

De acuerdo con la guía, los proyectos tienen las siguientes fases:

Figura 9.

Fases de los proyectos



Nota. Con base en PMBOK, (PMI, 2017).

Identificación.

El objetivo principal en la fase de Identificación del proyecto es evaluar la viabilidad técnica y económica del proyecto y formular un listado de alternativas a profundizar en la siguiente fase. Algunas actividades para desarrollar en esta fase son:

- Identificación del proyecto. Permite crear y justificar la necesidad a desarrollar a través de un plan de negocio y un estudio de viabilidad lo que incluye los beneficios relevantes a subsanar con la implementación del proyecto, evaluar las metas en determinado tiempo y estimar un costo basado en las necesidades del proyecto con los recursos disponibles para ver si es viable su ejecución.
- Realizar y formalizar project charter o plan de negocio, Documento donde se nombra al líder de proyecto, se define y oficializa el alcance, objetivos, premisas, equipo de trabajo, Principales involucrados (stakeholders), principales roles y responsabilidades y restricciones iniciales del proyecto.
- Conformar el equipo del Proyecto, consiste en gestionar la asignación al proyecto de los recursos de personal requeridos para el desarrollo de cada fase del proyecto, según corresponda. En este proceso se oficializa el equipo del proyecto y se entregan las responsabilidades a cada uno de sus miembros. Es un proceso iterativo, pues hay que realizarlo cada vez que ingrese un nuevo miembro al equipo.
- Identificar lecciones aprendidas aplicables al proyecto.
- Estimar los costos. Establecer presupuesto (orden de magnitud establecido en el procedimiento de costos) y recursos para siguiente fase. Las metodologías de estimación más utilizadas en esta etapa son: información histórica de proyectos.
- Realizar un cronograma inicial.
- Definir plan general de control del proyecto, realizar el plan de control de proyectos para las fases siguientes, consiste en la identificación y planeación de actividades que permitan proveer la información sobre el desempeño del proyecto, para identificar oportunamente cualquier desviación del plan y tomar decisiones oportunas para ejecutar las actividades según lo planeado.
- Identificar estrategia general de abastecimiento para el proyecto. Consiste en la identificación y planeación de actividades que garanticen la eficiencia y oportunidad en las adquisiciones y contrataciones requeridas para el desarrollo del proyecto.
- Realizar la valoración del riesgo tecnológico inherente del proyecto.
- Desarrollar caso de negocio es construir un documento que permita validar la viabilidad económica del proyecto. Incluye identificación de opciones comerciales, evaluaciones económicas y análisis de sensibilidad.
- Identificar y caracterizar alternativas para la oportunidad de negocio.
- Definir la estrategia de aseguramiento de calidad para el proyecto.
- Elaborar el plan de comunicaciones, La planificación de las comunicaciones del proyecto debe responder a las necesidades de información de los interesados. Esto determina una forma adecuada de satisfacer sus expectativas de comunicación las cuales constituyen factores importantes para el éxito del proyecto. Esta actividad debe ser realizada por el equipo del proyecto y el resultado debe ser avalado por el líder, ya que él es el responsable del cumplimiento del plan y de su actualización. El plan de comunicaciones del proyecto registra:
 - Los requisitos de comunicación necesarios para gestionar a los interesados y sus expectativas.

- La información que debe ser comunicada, incluyendo su formato y contenido.
- El plazo y la frecuencia para distribución de la información.
- Las personas responsables de comunicar la información.
- Identificar, entender y priorizar los Grupos de Interés del proyecto.
- Elaborar matriz actores y el informe de análisis preliminar de entorno (Realizar diagnóstico del territorio, Identificar requerimientos de licencias y permisos).
- Definir el plan de gestión de riesgos para la fase. Aplicar ciclo de gestión de riesgos (identificación, valoración, tratamiento, monitoreo, comunicación). Aplicar ciclo de gestión de riesgos (identificación, valoración, tratamiento, monitoreo, comunicación).
- Definir la documentación requerida para la operación aplicable al proyecto. El personal de operaciones que hace parte del equipo del proyecto debe identificar los documentos necesarios para operar que deben ser generados por el proyecto.
- Debe identificar los requisitos de capacitación y personal a capacitar.
- Recopilar la documentación requerida para operar de la fase.
- Realizar revisión de aseguramiento, Es un estudio integral de los aspectos técnicos y no técnicos de un proyecto para verificar la robustez de su definición, antes de acceder a una compuerta de decisión con el propósito de asegurar la calidad de las decisiones de inversión.
- Identificar métricas de desempeño del Proyecto, las cuales permiten monitorear el cumplimiento de los objetivos del proyecto y probar constantemente la validez de la planeación, definiendo los puntos de control aplicables al proyecto, los indicadores que permitan evidenciar la situación y las tendencias de cambio respecto a los objetivos y metas previstas. Los indicadores deben ser medibles, relevantes y de fácil manejo.

Planificación.

Teniendo aprobación como viable a desarrollar un proyecto, se requiere una planificación acertada para no permitir un desvío al equipo, así como mantenerlo a tiempo y dentro del presupuesto. Una buena planificación es tener un mapa con un norte bien definido, con un horizonte a donde llegar lo que permite al equipo producir productos de calidad, mitigar el riesgo adecuadamente, comunicar asertivamente los beneficios a las partes interesadas y administrar adecuadamente los recursos asignados con el objetivo de mantener un balance entre costo, alcance y plazo del proyecto. Basados en la guía PMBOK V.6 (PMI, 2017).

Para ello es necesario realizar:

- Cerrar y congelar declaración del alcance, consiste en desarrollar la matriz de requisitos del proyecto, incorporando las nuevas necesidades, expectativas y requerimientos identificados. Adicionalmente se describe los entregables del trabajo a realizar, supuestos y restricciones del proyecto.
- Cerrar acciones pendientes de fases anteriores.
- Ajustar el equipo del Proyecto.
- Desarrollar Plan de Gestión de Recursos Humanos
- Incorporar Lecciones Aprendidas e identificar nuevas
- Revisión y ajuste de la estimación de costos para el establecimiento de la línea base de costos y cálculo de la contingencia.
- Revisión y ajuste de cronograma para fijar línea bases del cronograma.
- Detallar y congelar Plan de control del proyecto.
- Detallar el plan de ejecución del proyecto.

- Detallar y congelar estrategia de contratación, compras y logística.
- Actualizar y congelar el caso de negocio. Actualizar la evaluación económica y financiera del proyecto.
- Establecer presupuesto y recursos para la ejecución y cierre del proyecto.
- Elaboración del plan General de Construcción basado en la ingeniería entregada.
- Verificación del cumplimiento de requerimientos de calidad y compras críticas o de larga entrega. Actualizar el plan de calidad de acuerdo con la estrategia de compras y construcción del proyecto.
- Revisión y ajuste del plan de comunicaciones e inicio implementación de acuerdo al equipo de trabajo actual.
- Diseño, aprobación e implementación de la estrategia de relacionamiento con grupos de interés. Estrategia y Plan de Entorno Actualizado. Autorizaciones Ambientales radicadas. Autorización de incorporación de derechos inmobiliarios requeridos. Derecho inmobiliario inscrito
- Diseñar e implementar el plan de gestión de riesgos para la fase. Aplicar ciclo de gestión de riesgos (identificación, valoración, tratamiento, monitoreo, comunicación).
- Diseño del plan de HSE con los planes específicos de contratistas para el proyecto.
- Revisión, selección y congelamiento de indicadores a implementar en la siguiente fase del proyecto, se utilizan para definir los objetivos de desempeño de las personas que ejecutan el proyecto (ej. Líderes de proyecto / miembros del equipo).

Ejecución del proyecto.

Es la fase donde se desarrolla el alcance planteado, todos los esfuerzos del equipo durante esta fase se derivan del plan de negocio del proyecto, se fundamenta en la construcción de entregables que satisfacen al cliente. Los líderes de equipo hacen que esto suceda al asignar recursos y mantener a los miembros del equipo enfocados en las tareas asignadas. Su objetivo es Entregar un activo o producto operativo según la aprobación en tiempo, costo y calidad Algunas acciones para implementar durante esta etapa son:

- Controlar, proteger y monitorear el cumplimiento del alcance del proyecto.
- Completar el equipo del Proyecto. Realizar entrenamiento, reclutamiento e incorporación.
- Incorporar Lecciones Aprendidas e identificar nuevas estrategias para cumplir con el alcance
- Refinar el estimado de costos sin tener presente el costo aprobado.
- Desarrollar, implementar y controlar el cronograma planteado.
- Implementar el plan de control del Proyecto.
- Implementar el plan de ejecución del proyecto.
- Balance de materiales para no incurrir en sobre costos o costos muertos.
- Implementar y controlar el plan de compras, contratación y logística.
- Desarrollar la Ingeniería de detalle para cumplir con el alcance definido.
- Asegurar el cumplimiento de requerimientos de calidad del producto a entregar.
- Implementar el plan de comunicaciones, verificando con Grupos de Interés los asuntos relevantes.

Control del Proyecto.

La supervisión y el control a veces se combinan con la ejecución porque a menudo ocurren al mismo tiempo. A medida que los equipos ejecutan su plan de proyecto, deben monitorizar constantemente su propio progreso.

Para garantizar las fechas de entrega proyectadas en línea base, los equipos deben supervisar las tareas para dar seguimiento y control de los avances del alcance, calculando los indicadores de rendimiento, y realizando un seguimiento de las variaciones del costo y el tiempo asignados en el Plan de Trabajo Aprobado (PDT). Esta vigilancia constante ayuda a mantener el proyecto en marcha con desviaciones controlables.

- Para realizar un adecuado control del proyecto es necesario establecer métricas de desempeño cuantitativas y cualitativas para su seguimiento las cuales deben monitorearse frecuentemente (diario, semanal y mensual), dado que están asociadas a los índices de costos, riesgos, calidad, cronograma e indicadores específicos del proyecto.
 1. Las métricas de desempeño cualitativas contemplan principalmente una medición del cumplimiento de entregables de acuerdo con los escenarios planteados en tiempo y costo, estableciendo límites a las desviaciones que pueden tener los indicadores creados.
 2. Desviaciones en los indicadores en exceso de los límites definidos derivan en la aplicación de procedimiento de recuperación de proyectos.

- Se deben implementar reportes / cuadros de seguimiento para los distintos grupos de interés en el proyecto, en donde se enseñe el Status del proyecto, proyección, desviaciones, logros principales en las diferentes áreas y disciplinas y el análisis de causas y recomendaciones. El contenido debe abordar:

Tabla 8.

Contenido de reporte de seguimiento.

Contenido Informe	Descripción
Estado del proyecto	Resumen del estado del proyecto, indicando progreso global y sus restricciones bajo lógica de semáforo. Resumir logros del periodo anterior
Curva “S” del proyecto	Curva “S” del proyecto actualizada y proyectada de acuerdo con el desempeño
Estado Indicadores	Comparación de indicadores planificados y sus predicciones actuales; acciones para cierre de desfases con análisis de causalidad
Desempeño en Tiempo	Comparación del tiempo estimado inicialmente con el estado actual.
Desempeño en Costos	Comparación del costo estimado inicialmente con el estado real.
Estado de riesgos	Listado de los riesgos principales. Estado y gestión de estos.
Entregables	Principales entregables del proyecto, indicando progreso y estado de compleción

Contenido Informe	Descripción
Aspectos críticos	Temas que han surgido desde el último status, incluyendo áreas de tiempos y costos, calidad de entregables, solicitudes de cambios de alcance, riesgos del proyecto
Decisiones requeridas	Lista de decisiones o aprobaciones que el Comité de Proyectos o el involucrado de alto nivel debe tomar después de la recepción del reporte
Planes siguiente periodo	Lista de actividades hasta el próximo reporte de status y los responsables. Plan de acción o remediación (si aplica).

Nota. Con base en PMBOK V.6 (2017).

Los reportes permiten condensar el progreso en tiempo y costo del proyecto para informar a los involucrados de alto nivel. Adicionalmente permitir evaluar el estado de avance del proyecto sin tener contexto de este. Clasificando del cumplimiento de indicadores vencidos y próximos a vencer mediante un esquema de semáforo para facilitar una rápida detección del progreso y aspectos críticos, detallan el progreso del proyecto y se constituye en entrada clave para los escenarios de seguimiento.

En caso de existir cambio de alcance se deben realizar manejo de cambios, algunas condiciones son:

- Suspensión o detención del avance del proyecto.
- Desviación de costos por fuera de límites preestablecidos.
- Cambios relevantes en el cumplimiento de indicadores y tiempo con alto impacto.
- Materialización de riesgos con afectación notable en la promesa de valor del proyecto.
- Riesgos del proyecto que requieran ajustes en la valoración de la contingencia.

Para la aprobación del manejo de cambios debe seguir el siguiente proceso:

- Preparación de documento por el líder del Proyecto siguiendo el proceso de aseguramiento, indicando como mínimo el estado del proyecto, la condición de cambio, un análisis del impacto financiero y la propuesta de solución.
- Preparación de justificación solicitando la aprobación del cambio al proyecto si se trata de impacto económico.

Una vez aprobado el cambio al proyecto, se debe mantener un comparativo con la planificación original con el propósito de generar lecciones aprendidas

- Mantener la información base es crítico para poder validar la captura del valor del proyecto.

Cierre.

Los equipos cierran un proyecto cuando este se entrega terminado al cliente. Se debe comunicar la finalización a los interesados y liberar recursos para otros proyectos. Este paso es vital en el ciclo de vida del proyecto permite al equipo evaluar y documentar el proyecto y avanzar en el siguiente, utilizando los errores y éxitos del proyecto anterior para construir procesos más fuertes y equipos más exitosos.

Las acciones para implementar durante esta etapa son:

- Evaluación ex post del proyecto, con el respectivo informe para cierre. Permite analizar el desempeño del proyecto frente a lo planeado, generando lecciones aprendidas las cuales pueden ser aplicadas para futuros proyectos.
- Disolver el equipo de proyecto. Esta actividad corresponde a la formalización de la liberación de los recursos humanos según histograma de recursos.
- Actualizar las bases de datos de costos y tiempo de la organización.
- Cierre de costos y cronograma del proyecto. Documentar los valores finales de costos y duraciones del proyecto.
- Implementar Plan de Cierre del Proyecto, Se realiza el cierre documental y en herramientas corporativas.
- Liquidación y cierre administrativo de contratos, bodegas, inventarios y entrega de balance de materiales. Registro de cierre de contratos en herramientas corporativas.
- Cierre de pendientes, consiste en asegurar que todo quede operativo sin falencias de ningún tipo.
- Acompañamiento al arranque, a la estabilización y pruebas de desempeño
- Acta de entrega del producto final ejecutado. Entregar la documentación del proyecto requerida para operar (Incluye capacitación y manuales de operación)
- Reporte final del estado de calidad del proyecto. Permite visualizar el estado de calidad del proyecto, que incluye indicadores de calidad, manejo de no conformidades y eventos de calidad transferidos a la operación.
- Cerrar plan de comunicaciones, se procede a informar el éxito del proyecto de acuerdo con las jerarquías establecidas.
- Cerrar compromisos con grupos de interés e informar sobre finalización del proyecto para generar la paz y salvo finales.
- Cerrar monitoreo y realizar evaluación frente a línea base de entorno. Seguimiento al cierre de compromisos con las autoridades ambientales.
- Actualizar y cerrar el registro de riesgos para entregar reporte de riesgos transferidos al usuario final.
- Entrega de documentación de construcción con sus respectivos planos As-Built, certificados de calidad requeridos para operar del proyecto.
- Capitalización de activos.

Al cierre de cada fase, se genera un aseguramiento de fase la cual es llamada compuerta de decisión la cual permite un nivel de control adecuado sobre el desarrollo de la planificación de un proyecto, dado que se asegura una toma de decisiones siempre consistente, considerando proyectos de forma integral y asegurando uniformidad y transparencia en los criterios de decisión, en esta compuerta existen cuatro posibles decisiones:

- Seguir/Aprobar el proyecto.
- Reevaluar para soportar mejor la fase.
- Posponer el proyecto por el momento.
- Rechazar el proyecto.

Las actividades para realizar durante esta compuerta de decisión son:

- Aprobación para la liberación de presupuesto de acuerdo con el cronograma del proyecto y /o aprobación de Variación o cambios de líneas de presupuesto planteado.
- Designación de roles clave del equipo del Proyecto para continuar con la fase.
- Conformación del equipo del proyecto (incluye definición de requerimientos).
Revisión de requerimientos técnicos para contratación en caso de requerirse.
- Revisión de premisas sobre conceptos técnicos claves para definir y no afectar la siguiente fase del proyecto.
- Las fases del proyecto deben estar soportadas por un esquema de gestión construido alrededor de cuatro pilares que maximizan la probabilidad de éxito de la fase:
- Estructura de fase, la cual consiste en definir de roles y responsabilidades del equipo de trabajo.
- Creación de objetivos, donde se definen de métricas de desempeño y/o indicadores para el proyecto, estableciendo ciertas tolerancias de desviaciones para no afectar el desarrollo de la fase.
- Rutinas de monitoreo, se realiza a través de creación de reportes de seguimiento periódico con el fin de establecer mecanismo e identificación de alertas tempranas por desviaciones y/o riesgos materializados.
- Comunicación asertiva, la cual contribuye a resolver conflictos dentro del equipo de trabajo a escalar desviaciones del plan de trabajo e intervenciones planteadas las cuales se deben permitir a través mecanismo como controles de cambios en tiempos reales para alcanzar el desarrollo del proyecto sea exitoso.

Respecto a un “Desarrollo de una metodología de planeación de proyectos en costos y en tiempo previsto de ejecución a partir de una herramienta tecnológica óptima para el sector de hidrocarburos”, dentro del ámbito de la gestión de los proyectos se ha encontrado que lo más conveniente es realizar un seguimiento y control riguroso durante la fase de planeación con el objetivo de plasmar rutas críticas y estructuras de descomposición del trabajo (EDT o más conocida como Work Breakdown Structure - WBS), herramientas que se encuentran regidas por el parámetro de las jerarquías de los entregables intermedios, concebidos como objetos de carácter tangible y/o intangible, que se encuentran destinados a un cliente en particular. Las WBS son consideradas esenciales para la realización efectiva de los paquetes de trabajo de un proyecto. En efecto, el equipo de trabajo de un determinado proyecto debe focalizarse en ellas, desde el inicio del proyecto hasta el cierre total.

Usando la(s) herramienta(s) tecnológica(s) existentes con actividades claras a desarrollar, se logrará mantener un equipo de trabajo fuerte y consolidado para continuar con la etapa de ejecución, minimización de los riesgos, y planes de trabajo bien estipulados. Como consecuencia de ello, será posible visualizar, de modo concreto, la planificación de los paquetes de trabajo que se encuentran involucrados en la realización de los proyectos.

2.2.2. Metodología

Según Hintelholher y Marissa (2013), la metodología se entiende como herramienta útil para el tratamiento, comprensión y argumentación de los problemas de estudio. Se basa en el concepto de logos encaminado al estudio lógico de los métodos, implicando el análisis de la lógica que los sustenta. Los métodos son productos históricos, culturales, valorativos y aplicados, y estos son estudiados por la metodología, encargada de analizar la pertenencia, además de la

calidad de sus atributos en aras de desencadenar el conocimiento científico. Sin embargo, en la Guía del PMBOK V.6 (PMI, 2017), define la metodología, como un sistema de prácticas, técnicas, procedimientos y reglas utilizado por quienes trabajan en una disciplina.

Las metodologías para la dirección de proyectos se pueden:

- Desarrollar por expertos dentro de una organización.
- Comprar a proveedores.
- Obtener de asociaciones profesionales.
- Adquirir en agencias gubernamentales.

Según la Real Academia Española (RAE, 2021), define la metodología como conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica. Por tanto, para esta investigación, se asume que metodología es una forma de hacer las cosas con lineamientos definidos en un área o disciplina específica.

Según OBS Business School (2021), una metodología de gestión por proyectos se puede entender como una guía que llevará el proyecto entre dos puntos A y B, del punto 'A' a un punto 'B'. Es una recolección de buenas prácticas y de optimización de procesos repetibles, ayudando al éxito de los proyectos.

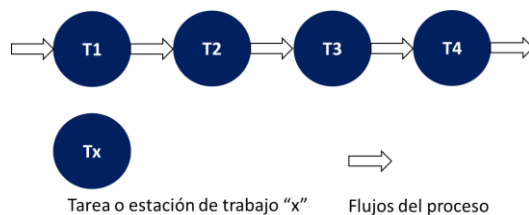
De acuerdo a lo revisado del diseño de procesos operacionales por Plazas (2017), el diagrama de actividades es importante pues ilustra un proceso de un negocio o software como un flujo de trabajo por medio de una secuencia de acciones. El diagrama de actividades o tareas describe procesos de varios tipos, como:

- Un proceso de negocios entre los usuarios y su sistema.
- Los pasos a seguir en un caso de uso.
- Un protocolo software, es decir, la secuencia permitida de interacciones entre componentes.

Según Carro y González (2015), las cinco decisiones comunes sobre los procesos:

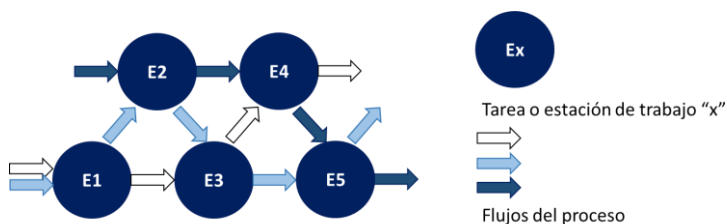
- Selección del proceso: antes de considerar el tipo de procesos a implementar, se debe caracterizar de acuerdo con los flujos de cada proceso.

I. Proceso en línea, secuencia fijada de los insumos de unos tras otro para cada tarea o estación de trabajo, en algunos casos se nombre en masa cuando los volúmenes son altos. Ejemplo de ello, líneas de fabricación de automóviles, de juguetes, en los servicios de comida rápida y cafeterías, entre otros.

Figura 10.*Proceso en línea*

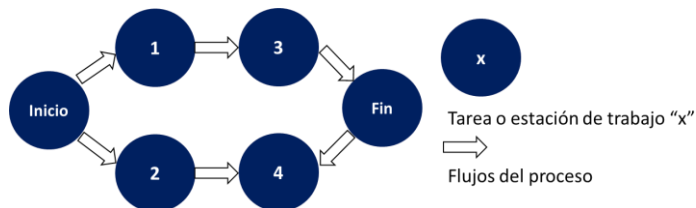
Nota. Tomado de Carro y González (2015).

2. Proceso intermitente, se comparten recursos sin secuencia estándar de operaciones. Se produce una cantidad de productos y luego se cambia al siguiente.

Figura 11.*Proceso intermitente*

Nota. Tomado de Carro y González (2015).

3. Proceso por proyecto, la secuencia de las operaciones es particular para cada producto, son de larga duración y gran escala, se usan para producir un producto único. Ejemplo, planeamiento de eventos, construcción de un nuevo hospital, entre otras.

Figura 12.*Proceso por proyecto*

Nota. Tomado de Carro y González (2015).

- Integración vertical: es el nivel con el cual el sistema de producción de la empresa maneja el conjunto de procesos desde la materia prima hasta la venta y el servicio del producto.
- Flexibilidad de los recursos: es la habilidad por medio del cual los subalternos y el equipamiento se pueden adaptar a una gran variedad de productos, niveles de salida, derechos y funciones.

- Grado de interacción con el cliente: se observa la manera de como el cliente se convierte en parte del proceso de producción y el nivel de este involucramiento.
- Intensidad de la utilización del capital: define la mezcla entre el equipamiento y la fuerza de trabajo en el proceso de producción.

De Montes, Gimena y Díez-Silva (2013), ilustran la importancia de la dirección de proyectos y la adaptabilidad de estándares o directrices, mediante la aplicación de las metodologías. A continuación, en la tabla 9, un resumen de estándares:

Tabla 9.

Estándares en dirección de proyectos.

Estándar	Organización	País
1. PMBOK	PMI	Estados Unidos
2. APMBOK	APM	Reino Unido
3. BS 6079	BSI	Reino Unido
4. ISO 21500	ISO	Suiza
5. ICB	IPMA	Suiza
6. P2M	PMAJ	Japón
7. NCSPM	AIPM	Australia
8. PM CDF	PMI	Estados Unidos
9. SAQA	SAQA	Sudáfrica
10. ECITB	ECITB	Reino Unido
11. PRINCE2	OGC	Reino Unido

Nota: Tomado de De Montes, Gimena y Díez-Silva (2013).

Existe una cantidad diversificada de metodologías, que se enfocan sobre diferentes sectores, clase de proyecto, y que se según el estudio de De Montes, Gimena y Díez-Silva M. (2013), en la mayoría son a partir del PMI o PRINCE2, donde estas en gran medida se estructuran por fases para la organización del ciclo de vida, sin tener presente la clase de proyecto.

Tabla 10.

Metodologías en dirección de proyectos.

Nombre	Descripción	Tipo	Ágil / Rígido	Implementación	Tipo de Proyecto	Orientación
PRINCE2	Cubre la gestión, control y organización del proyecto	Fases	Rígido	Fácil	M, L	Todo tipo de proyecto (público y privado)

Nombre	Descripción	Tipo	Ágil / Rígido	Implementación	Tipo de Proyecto	Orientación
Method 123 Project Management Methodology (Project Management Methodology Manager [MPMM])	Basada en PMBOK and PRINCE2, Contiene todas las plantillas, formatos y listas de chequeo.	Fases	Rígido	Fácil	S, M, L	Todo tipo de proyecto
Ten Step Project Management Process	Usada para la gestión del trabajo en un proyecto y diseñada para ser tan flexible como se necesite	Interactiva	Rígido / Ágil	Fácil	S, M	Todo tipo de proyecto
Unified Project Management Methodology (UPMM)	Basa en paquete de conocimiento de herramientas de gestión	Fases	Rígido	Fácil	S, M, L	Todo tipo de proyecto
AdPM- a best parctices Project Methodology (4PM)	Contiene mejores prácticas de gestión. Una metodología para mejorar los resultados del proyecto	Fases	Ágil	Fácil	S, M	IT, Construcción y negocios
MBP- Managing by project from X-Pert Group	Metodología de gestión de programas y proyectos	Fases	Ágil	Fácil	S, M	IT
PACE	Orientada al cliente. Gerente de proyectos en el diseño y	Fases	Rígido	Fácil	S, M	Negocios y construcción

Nombre	Descripción	Tipo	Ágil / Rígido	Implementación	Tipo de Proyecto	Orientación
	construcción de servicios					
The Comell Project Management Methodology (CPMM)	Desarrollo de proyectos	Fases	Rígido	Dificultad	S, M, L	Todo tipo de proyecto
17 California Project Management Methodology (CaPMM)	Flujo de trabajo personalizado para la gestión de proyectos, derivado de los grupos de procesos del PMI	Fases	Ágil	Dificultad	S, M, L	IT
Queensland Government Project Management Methodology	Sobre la base de PRINCE2, está dirigido a la entrega en calidad, tiempo y presupuesto. Se ofrece un enfoque flexible y escalable	Fases	Rígido	Dificultad	S, M, L	Todo tipo de proyecto
West Virginia Office of Technology Project Management Methodology (WVOT PMM)	Sobre la base de PMBOK, Está dirigido a simplificar y facilitar el acceso de los gestores de proyectos y promueve las mejores prácticas	Fases	Rígido	Dificultad	S, M, L	Todo tipo de proyecto

Nombre	Descripción	Tipo	Ágil / Rígido	Implementación	Tipo de Proyecto	Orientación
Project Management Methodology for Measurement and Control Systems	Metodología para medir y controlar sistema de gestión	Fases	Rígido	Promedio	S, M, L	IT

Nota: Tomado de De Montes, Gimena y Díez-Silva (2013).

Por falta de guías que oriente la implementación de metodologías en la dirección de proyectos se pueden detectar mayor dificultad en la aplicación de estas, además de identificar los involucrados en el proceso de gestión. Al analizar y comparar la estructura de algunas metodologías vigentes, se puede mostrar una visión más elaborada en la relación estándar de dirección de proyectos y metodología, y debido a que el PMBOK es el estándar de mayor uso a nivel internacional, se recomienda como base para la elaboración de metodologías en dirección de proyectos, (De Montes, Gimena, y Díez-Silva, 2013).

Las metodologías exitosas según OBS (2021), presentan dos características:

- Están basadas en estándares reconocidos.
- Son flexibles y adaptables.

Las empresas u organizaciones son únicas y muchas veces requieren un enfoque de los proyectos ajustados a los procesos internos, además, requieren que la metodología a usar pueda adicionar actividades propias de la compañía, y generar guías a los involucrados sobre los procesos usados según el proyecto a desarrollar. (OBS, 2021).

Metodología de la investigación se considera y se define como la disciplina que elabora, sistematiza y evalúa el conjunto del aparato técnico procedimental del que dispone la Ciencia, para la búsqueda de datos y la construcción del conocimiento científico. La Metodología consiste entonces en un conjunto más o menos coherente y racional de técnicas y procedimientos cuyo propósito fundamental apunta a implementar procesos de recolección, clasificación y validación de datos y experiencias provenientes de la realidad, y a partir de los cuales pueda construirse el conocimiento científico.

Existen distintos elementos básicos en la metodología de la investigación dentro de los cuales se pueden revisar los siguientes: Puede ser cualitativa o cuantitativa.

Tabla 11.
Elementos de enfoque de investigación

Cualitativa	Cuantitativa
Se centra en la comprensión de los fenómenos.	Se basa en la inducción.
Observacional.	Medición penetrante y controlada.
Subjetiva	Objetiva.
Infiere sus datos	Infiere más allá de los datos.

Exploratoria-inductiva-descriptiva.	Confirmatorio-inferencial-deductiva.
Orientada de procesos.	Orientada al resultado.
Datos ricos y profundos.	Datos sólidos y repetibles.
No generalizables.	Generalizables.
Holística.	Particularística.
Realidad dinámica.	Realidad estática.

La investigación cualitativa es un conjunto de técnicas de investigación que se utilizan para obtener una visión general del comportamiento y la percepción de las personas sobre un tema en particular. Genera ideas y suposiciones que pueden ayudar a entender cómo es percibido un problema por la población objetivo y ayuda a definir o identificar opciones relacionadas con ese problema.

La investigación cualitativa es muy útil en las primeras fases de los proyectos de investigación, además de que permite también analizar los datos utilizados en las ciencias sociales y adquirir un conocimiento profundo a través del análisis de textos (y palabras, más que números).

La investigación cuantitativa es un proceso estadístico que permite llegar a una conclusión a través de la recolección de datos cuantificables. En cambio, la investigación cualitativa recolecta información que no puede cuantificarse para concluir un proceso, como por ejemplo opiniones o emociones.

Otra de las diferencias es que la investigación cualitativa es de tipo exploratoria. Su objetivo es explicar las causas por las que ocurre un fenómeno, por lo que se enfocan en obtener información utilizando preguntas donde el público objetivo responda libremente. En cambio, la investigación cuantitativa es sistemática, es decir, que se enfoca en crear preguntas específicas.

La investigación cuantitativa consiste en recolectar y analizar datos numéricos. Este método es ideal para identificar tendencias y promedios, realizar predicciones, comprobar relaciones y obtener resultados generales de poblaciones grandes.

Este método se utiliza ampliamente en las ciencias naturales y sociales: biología, química, psicología, economía, sociología, marketing, etc.

Inicialmente, para determinar la metodología buscada, se definió el concepto de esta como una forma de hacer las cosas con lineamientos definidos en un área o disciplina específica a través de un conjunto coherente y racional de procedimientos y técnicas que se aplicaran de manera ordenada y sistemática durante la ejecución de la investigación. Se realizará mediante el ordenamiento y análisis de los datos obtenidos a través de las encuestas a aplicar en los proyectos, además se selecciona el proceso por proyecto, enfocándola a los estándares más usados en proyectos a nivel internacional como lo son el PMBOK, y con revisión a la literatura del estándar PRINCE2. La metodología a desarrollar estará enfocada a las fases de planeación de proyectos a nivel de tiempo y costo, con el uso de herramientas tecnológicas para el sector de hidrocarburos.

2.2.3. Sector hidrocarburos

En general se entiende al sector hidrocarburos como aquel que comprende las actividades productivas o socioeconómicas relacionadas con estudios exploratorios, pruebas de potenciales reservas, formulación de proyectos, estudios y actividades de explotación, producción, refinamiento, distribución y comercialización de commodities energéticos basados en el petróleo y sus derivados.

Se divide en dos grandes áreas: Upstream, compuesta por actividades de exploración y producción, y downstream, realiza actividades de transporte, refinación y comercialización.

Tabla 12.

Grandes áreas del sector hidrocarburos.

Área	Descripción
Upstream	Conocido como exploración y producción (EyP) del petróleo, incluye tareas de búsqueda de potenciales yacimientos de crudos y gas, perforación de pozos y explotación de estos. Usualmente, sus actividades están compuestas de contratación (etapa de evaluación técnica de exploración y producción), exploración (etapa donde se consolida la información geográfica, es decir, de la sísmica y perforación exploratoria), Evaluación y desarrollo (etapa donde se desarrollan los procesos técnicos para preparar la comercialización del hidrocarburo, es decir, perforación y desarrollo de estructuras para la extracción), y Producción (en esta etapa, se realiza la extracción del hidrocarburo y la estabilización de pozos para mantener su productividad estimada).
Downstream	Etapa donde realizan diferentes trabajos para la transformación de hidrocarburos y así su posterior venta. Además, incluye los procesos de refinación del crudo y procesamiento del gas natural, para lograr transformarlos en productos derivados comerciales. Se caracteriza por: transporte (etapa nombrada midstream, y hace alusión al transporte del hidrocarburo para refinación o hacia el puerto para su exportación), refinación (etapa de transformación del crudo para la producción de distintos productos), y venta de crudo (se refiere a la venta del crudo interno y fuera del territorio nacional).

Nota. Con base en EITI Colombia (2016).

Los componentes del sector se encadenan de la siguiente manera:

Figura 13.

Cadena del petróleo



Nota. Con base en EITI (2016).

La cadena del petróleo es el conjunto de actividades económicas reguladas y administradas, relacionadas con la exploración, producción, transporte, refinación o procesamiento y comercialización de los recursos naturales no renovables denominado hidrocarburos (compuestos orgánicos conformados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno).

Esta investigación se orientará en el área de Upstream, especialmente en el eslabón de la figura 11 Cadena del petróleo número cuatro (4) “Producción, extracción de crudo y mantenimiento a pozos productivos, e incremento en tasa de recobro”, donde los proyectos están enfocados en el aumento de la producción de petróleo a través de diferentes estrategias de recolección desde la extracción directa del pozo hasta recobros secundario y terciario, a través de inyección de agua y polímeros.

2.2.4. Herramienta(s) tecnológica(s)

En general se entiende por herramientas tecnológicas, aquellos programas o aplicaciones que permiten tener acceso a la información, a disposición de todas las personas, en varios casos de forma gratuita. Su fin es optimizar tiempo y mejorar la calidad en los trabajos, permiten intercambiar experiencias, estudios e investigación. Dependiendo de la necesidad y características del usuario, así será su uso y aplicación (Astraps, 2020).

Clasificación de las herramientas tecnológicas: Cada persona deberá validar cuales son las aplicaciones que se adaptan de acuerdo con el trabajo y a su forma de realizarlo. A continuación, la forma en que se clasifican:

- Procesadores de texto

- Presentaciones multimediales
- Diseño de imágenes
- Diseño de folletos
- Hoja de cálculo

El principal objetivo en la utilización de estas herramientas es aumentar la eficiencia, identificar y anticiparse a los problemas, lo que permite hacer visible a todos los miembros del equipo toda la globalidad del proyecto, revisar tareas pendientes y tener acceso a la información general de proyecto.

Las herramientas de gestión de proyectos se caracterizan por tener presente las siguientes características, según Soto (2017):

- **Planificación, programación y seguimiento de tareas:** Permite asignar tareas, definir roles y responsabilidades a cada miembro del equipo para así organizar y gestionar el proyecto de una manera más sencilla, ofreciendo una visión general de cómo están gestionadas las tareas, su duración, recursos asignados, la dependencia entre ellas y su estado en cada momento, ayuda a prevenir posibles retrasos o prórrogas que influyen en el cronograma planteado de tal manera que contribuye a la cooperación en cada equipo de trabajo.
- **Gestión del presupuesto del proyecto:** permite cumplir con el costo y plazo planificado según cronograma planteado, a través de un control y seguimiento de cada tarea asignada donde se identifica si existe un sobrecosto o, por el contrario, se van cumpliendo con cada tarea tras comparar lo real con lo planificado.
- **Gestión de recursos:** permite asignar todos los recursos que el proyecto va a necesitar. Éstos pueden ser personal o material, obteniendo el coste de cada uno y evitando sobre asignaciones y posibles conflictos por falta de recursos.

Definir qué tipo de recursos son necesarios, cuándo y cuánto tiempo de acuerdo con el cronograma planteado para el desarrollo del proyecto. Permitir especificar las habilidades de cada recurso, el campo en que está especializado, su posición dentro de la empresa o también asignarle otras características propias como el país donde se encuentra.

- **Análisis de rendimiento:** Su objetivo es ver si la ejecución del proyecto está dando buenos beneficios financieros y a raíz de este procedimiento continuar con las mismas prácticas o cambiar a otras para dar mejor resultados.
- **Trabajo en equipo y manejo de información:** Permite socializar información actualizada distribuyendo y gestionando los documentos asociados al proyecto de manera online, permite realizar representaciones gráficas creando tablas, informes y gráficos de seguimiento de cada tarea asignada para que todos los miembros del equipo visualicen de forma rápida si el proyecto está cumpliendo con lo planeado.
- **Gestión de riesgos:** Se gestionan los riesgos asociados al proyecto o actividades, creando avisos para los miembros del equipo en caso de materializarse, permite clasificar los proyectos según el campo, la descomposición jerárquica de las actividades o filtrar determinados valores asociados al proyecto como costo, tiempo, recursos, entre otros, para visualizar de una mejor manera el aspecto que interese en un determinado momento.
- **Estimación de la carga de trabajo:** permite la distribución de la carga laborar entre los miembros del equipo. La mejor manera de hacer una estimación del trabajo que se va a necesitar es utilizando plantillas donde la información sobre la necesidad de cada recurso está ya asignada. Cada vez que un proyecto es creado, el responsable de la planificación del proyecto solo tiene

que escoger la plantilla que más se ajuste a sus requerimientos. Además, en otros sistemas de gestión se puede acceder a proyectos pasados almacenados en el sistema que sirven como referencia para futuros proyectos.

El principal objetivo en la utilización de estas herramientas es aumentar la eficiencia, identificar y anticiparse a los problemas, lo que permite hacer visible a todos los miembros del equipo toda la globalidad del proyecto, revisar tareas pendientes y tener acceso a la información general de proyecto en tiempo real.

En esta investigación se busca realizar una fusión de las mejores características de las herramientas tecnológicas, las cuales contribuirán a tener un desarrollo metodológico robusto y enfocado hacia la planeación de proyectos en tiempo y costo, con lo cual se direcciona a mejorar la coordinación de un equipo de trabajo, a tener información confiable y segura desde cualquier lugar para evitar las largas cadenas de emails y los archivos desaparecidos, manteniendo todo en la misma plataforma, disponible en cualquier momento y para todo el equipo de trabajo, adicionalmente se realizará un mejor seguimiento y control a través de la automatización del flujo de trabajo permitiendo liberar los equipo de las tareas manuales repetitivas, para que puedan concentrarse en lo realmente importante de acuerdo a las rutas críticas establecidas al inicio de los proyectos.

3. Aspectos metodológicos.

3.1. Enfoque de la investigación.

De carácter mixto, combinando el enfoque cuantitativo y cualitativo. El componente cuantitativo es trabajado para el área de costos y tiempo, para lo que se definieron variables de tiempo, costo y herramientas tecnológicas, además de análisis estadístico. El componente cualitativo se llevó a cabo para el desarrollo de la metodología en la etapa de planeación y se utilizó la técnica de panel de experto, para la recolección de la información.

3.2. Tipo de investigación.

Esta investigación es de tipo analítico y descriptivo. El análisis, según Hernández (2014), es un proceso ecléctico (que concilia diversas perspectivas) y sistemático, más no rígido. Una fuente de datos importantísima que se agrega al análisis la constituyen las impresiones, percepciones, sentimientos y experiencias del investigador. Además, es aquel método que analiza causalidades, facilita encontrar deficiencias, brechas, inconsistencias y las causas que las están generando.

El desarrollo es transversal, que según Hernández (2014), tiene como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en un momento de tiempo. Son, por lo tanto, estudios puramente descriptivos y cuando establecen hipótesis, estas son también descriptivas.

3.3. Métodos y técnicas de recolección de información

El desarrollo de la investigación, se basa en dos técnicas de recolección de información: la observación y el panel de expertos. Según Hernández (2014), la observación consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conducta manifiesta, además, puede utilizarse como instrumento de medición en muy diversas circunstancias. Adicionalmente, la observación cualitativa no es mera contemplación (“sentarse a ver el mundo y tomar notas”); implica adentrarnos profundamente en situaciones sociales y mantener un papel activo, así como una reflexión permanente. Estar atento a los detalles, sucesos, eventos e interacciones. Para esta investigación, observaremos las variables de la(s) herramienta(s) tecnológica(s), costos, tiempo, y metodologías existentes.

El panel de expertos consiste en invitar a personas especialistas en un determinado problema o área de conocimiento a participar en una o varias sesiones de trabajo. Los especialistas del panel llegan a conclusiones y recomendaciones a través del consenso (Questionpro, 2019).

Se reúne a un grupo de personas y se trabaja con éste en relación con los conceptos, las experiencias, emociones, creencias, categorías, sucesos o los temas que interesan en el planteamiento de la investigación. Lo que se busca es analizar la interacción entre los participantes y cómo se construyen significados grupalmente, a diferencia de las entrevistas cualitativas, donde se busca explorar a detalle las narrativas individuales (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2010).

3.4. Variables o categorías de entrada

Según Hernández (2014), una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse, además, las variables adquieren valor para la investigación científica cuando llegan a relacionarse con otras variables. Para el trabajo de investigación a desarrollar:

Tabla 13.

Variables o categorías

Variable	Enfoque(s) de la variable
Metodologías	Componentes de una metodología
Herramientas tecnológicas	Tipo de herramientas tecnológicas
Costos	Tipo de costos Sistema de costeo
Tiempo	Periodicidad de planificación - programación

3.5. Población y muestra

Para esta investigación, una población N_{ht} son las herramientas tecnológicas, la cantidad que se encuentre se debe ir determinando o el total de la población.

Se tomó una población N_{ht} que son los tipos de costeo, se realizará una revisión del total encontrado.

Se tomó una población N_t que son los tipos de cuantificación tiempo o las formas de cuantificación del tiempo en términos de planeación y ejecución, que para el caso de estudio estará definido por semanas.

Dependiendo del inventario que se encuentre acerca de N_{ht} , N_{ht} y N_t se definirá la conveniencia de trabajar con muestra y la forma de selección de la muestra.

3.6. Recolección y procesamiento de información

Se usó el programa Microsoft Excel para el análisis de la información y presentación de la misma, recolectada por la técnica de investigación cualitativa llamada “panel de expertos”, donde la información se tabula y se analiza. Se tomó esta técnica, debido al mayor enriquecimiento de la información aportada para el trabajo de investigación.

Se seleccionaron los siguientes criterios de los perfiles:

Tabla 14.
Perfil de integrantes del panel de expertos.

Tipo	Perfil	Requisitos
A	Técnico en evaluación de proyectos.	Experiencia empírica de 8 años o certificada con 4 años en evaluación de proyectos.
B	Funcionario técnico de una institución relacionado con la planeación y formulación de proyectos.	Experiencia certificada con 4 años en maduración, planeación y formulación de proyectos.
C	Dos ingenieros expertos en formulación y seguimiento a proyectos del sector hidrocarburos.	Experiencia certificada con 10 años en maduración, planeación, formulación de proyectos y seguimiento en el sector hidrocarburos.

3.7. Ruta del proceso investigativo

La ruta metodológica permitirá la realización y continuidad de actividades, una vez aprobado se podrá iniciar la ejecución de las actividades aquí descritas.

Tabla 15.*Ruta del proceso investigativo*

Objetivo	Actividades	Entregables
Identificar la (s) herramienta (s) tecnológica (s) disponible y más óptima (Eficiencia + Precisión) para la planeación de proyectos en costos y tiempos, aplicable al sector hidrocarburos.	Inventario y clasificación de herramientas tecnológicas disponibles condensadas en una matriz.	Matriz de caracterización de herramientas tecnológicas.
Construir la metodología que permita mejorar los niveles de cumplimiento en la fase de planeación de proyectos, en costos y en tiempos previstos de ejecución.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Inventario y clasificación de metodologías existentes para la planeación de proyectos. ○ Identificación de las principales metodologías con mayor nivel de confiabilidad para aplicar en la fase de ejecución el sector. (ver subcapítulo 4.3.2) ○ Entrevista con expertos para validar la metodología más óptima encontrada y sus posibles ajustes. ○ Realización del desarrollo de la metodología para el uso de la herramienta(s) tecnológica(s) en la fase de planeación. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Matriz de análisis de metodologías existentes. ○ Matriz de análisis con metodología más óptima. ○ Formato con el diseño y aplicación del cuestionario a expertos. ○ Informe de análisis de panel de expertos aplicada a la población muestra. ○ Listado de verificación de parámetros y paso a paso para la aplicación del desarrollo de la metodología utilizando herramienta(s) tecnológica(s) seleccionadas de acuerdo con los criterios establecidos.
Realizar la prueba de usabilidad para obtener los resultados del nivel de desempeño de la herramienta tecnológica, con la metodología encontrada.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Realización de pruebas de usabilidad, para identificar las probabilidades de éxito en el uso de las herramientas tecnológicas encontradas. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Informe analítico resultados de las pruebas de usabilidad realizadas.

4. Resultados

4.1. Identificación de la (s) herramienta (s) tecnológica (s) disponibles y más óptimas (Eficiencia + Precisión) para la planeación de proyectos en costos y tiempos, aplicable al sector hidrocarburos.

Es beneficioso para la planeación de proyectos el uso de herramientas tecnológicas, así como conocer las bases sobre la gestión del proyecto y pasos a seguir. Un sondeo de componentes metodológicos para la planeación de proyectos que se realizó según la literatura y trabajo práctico arrojó lo siguiente:

- Herramienta (ayuda tecnológica)¹. Debe existir soporte tecnológico para todos los trabajos realizados en proyectos, desde realizar cálculos de estimación de costos y tiempo, montaje de líneas bases, entre otros, compartir información hasta la integración para su posterior seguimiento. Seleccionar la herramienta tecnológica más confiable y que ayude a integrar la información, es un reto para los equipos de proyectos, pues a lo largo de los años han surgido diferentes herramientas tecnológicas que han permitido dar solución a las necesidades de estos. Además, de tener información en tiempo real, analizadas en tiempo y costos, arrojando como resultados el adecuado uso de recursos y por supuesto la toma de decisiones; permite la consulta histórica de la información; identificación de cuellos de botella; evaluación de indicadores; gestión de presupuestos. Las herramientas tecnológicas son indispensables para la gestión de proyectos, por tanto, es importante elegir la más conveniente para el uso, como en el caso de este trabajo, planeación de proyectos en tiempo y costos, además de su practicidad, interacción y conexión entre el usuario y equipos de trabajo.
- Factores para elegir la herramienta. El ejercicio profesional viene demostrando que en la actualidad existe una cantidad considerable de herramientas tecnológicas que facilitan y hacen los trabajos más a menos y confiables. Dentro de los factores para realizar la elección, de acuerdo a la experiencia de equipo de proyectos, se deben tener en cuenta: Planificación, programación y seguimiento de tareas; Gestión del presupuesto; Análisis de rendimiento; Gestión del riesgo; Indicadores de tiempo; Indicadores de coste; Generación de reportes (Dashboard); Generación de la EDT a partir de la definición de actividades; Tipo de comunicación; Orientación del proyecto; Sector al que se enfoca; Fase del proyecto tratado; Variables a manejar; Tipos de Costos; Identificación de requerimientos, identificación de actividades al detalle, asignando un valor en tiempo y costo; Vinculación del alcance; Gestión del tiempo; y visualización de la siguiente fase o tareas a desarrollar.
- Técnicas metodológicas disponibles. Es importante conocer cuáles son las metodologías de planeación de proyectos existentes para realizar una adecuada planeación de proyectos.

De acuerdo a la experiencia profesional y la empírica, en los proyectos de este sector, se encontró que para una buena planificación se requiere:

Cerrar y congelar declaración del alcance, consiste en desarrollar la matriz de requisitos del proyecto, incorporando las nuevas necesidades, expectativas y requerimientos identificados.

Cerrar acciones pendientes de fases anteriores.

¹ <https://www.systec.com.mx/post/2018/09/12/la-gesti-c3-b3n-de-proyectos-y-las-ventajas-de-utilizar-herramientas-tecnol-c3-b3gicas>

- Ajustar el equipo del Proyecto.
- Desarrollar Plan de Gestión de Recursos Humanos.
- Incorporar Lecciones Aprendidas e identificar nuevas.
- Revisión y ajuste de la estimación de costos para el establecimiento de la línea base de costos y cálculo de la contingencia.
- Revisión y ajuste de cronograma para fijar línea bases del cronograma.
- Detallar y congelar Plan de control del proyecto.
- Detallar el plan de ejecución del proyecto.
- Detallar y congelar estrategia de contratación, compras y logística.
- Actualizar y congelar el caso de negocio. Actualizar la evaluación económica y financiera del proyecto.
- Establecer presupuesto y recursos para la ejecución y cierre del proyecto.
- Elaboración del plan General de Construcción basado en la ingeniería entregada.
- Verificación del cumplimiento de requerimientos de calidad y compras críticas o de larga entrega. Actualizar el plan de calidad de acuerdo con la estrategia de compras y construcción del proyecto.
- Revisión y ajuste del plan de comunicaciones e inicio implementación de acuerdo al equipo de trabajo actual.
- Diseño, aprobación e implementación de la estrategia de relacionamiento con grupos de interés. Estrategia y Plan de Entorno Actualizado. Autorizaciones Ambientales radicadas. Autorización de incorporación de derechos inmobiliarios requeridos. Derecho inmobiliario inscrito.
- Diseñar e implementar el plan de gestión de riesgos para la fase. Aplicar ciclo de gestión de riesgos (identificación, valoración, tratamiento, monitoreo, comunicación).
- Diseño del plan de HSE con los planes específicos de contratistas para el proyecto.
- Revisión, selección y congelamiento de indicadores a implementar en la siguiente fase del proyecto, se utilizan para definir los objetivos de desempeño de las personas que ejecutan el proyecto (ej. Líderes de proyecto / miembros del equipo).
- Tipos de recursos a planificar. En la fase de planificación de proyectos en el sector de hidrocarburos, se debe evaluar la cuantía de los recursos disponibles para lograr los objetivos del proyecto, dentro de estos se deben considerar los siguientes medios (Ortegón, Pacheco, y Prieto, 2005):
 - Humanos.
 - Materiales.
 - Informáticos.
 - Financieros.
- Se requieren abordar actividades específicas relacionadas con:

Alcance. Se debe considerar y tener presente en los límites que tendrá el desarrollo del proyecto, para ello es importante:

Taller motivacional con equipo del proyecto

Visitas de verificación alcance proyecto

Peer Review, se presentan mejoras para alcance de proyecto con los pares por especialidad.

Desing Review, presentación diseños e ingeniería realizada.

Taller de Constructibilidad / Socialización "Dueño" del Proyecto.

Definir la estrategia de aseguramiento de calidad para el proyecto.

Identificar Métricas de desempeño del Proyecto

Identificar los requisitos de capacitación y personal a capacitar.

Entrega Oficial Dossier Ingeniería

Respecto a la variable tiempo se deben considerar los siguientes aspectos mínimos (Ortegón, Pacheco, y Prieto, 2005).

Talleres de Constructibilidad para enterar el equipo trabajo como se ejecutará el proyecto.

Acta Asignación equipo trabajo a ejecutar el proyecto y recursos aprobados

Establecimiento de rutas críticas de trabajo a través de EDT -WBS

Revisión y ajuste de cronograma para fijar línea bases del cronograma.

Respecto a la variable costo se deben considerar los siguientes aspectos mínimos (Ortegón, Pacheco y Prieto, 2005):

Identificar estrategia general de abastecimiento para el proyecto.

Revisión y ajuste de la estimación de costos para el establecimiento de la línea base de costos y cálculo de la contingencia.

Realización evaluación económica y financiera

Respecto a la variable riesgo se deben considerar los siguientes aspectos mínimos (Ortegón, Pacheco y Prieto, 2005):

Talleres de Análisis de Riesgos (What If, HAZOP, etc)

Realizar Plan de control / construcción / riesgos del proyecto

4.1.1. Inventario y clasificación de herramientas desde la revisión de literatura

De acuerdo a la revisión documental realizada, en el estudio del cuadrante de Gartner (2021), que muestra un análisis con una amplia visión de las posiciones de los competidores de software en el mercado, se tomaron diez (10) herramientas con el objetivo de identificar la más óptima para el manejo de tiempo y costo en la planeación de proyectos.

Con base en lo anterior, se realiza revisión a las herramientas tecnológicas, teniendo como resultado las siguientes matrices:

Tabla 16.

Matriz de inventarios y clasificación de herramientas tecnológicas disponibles (manejo del tiempo y costo).

Items	Herramientas	Versión	Propietario	Año
1	WorkOtter	1	WorkOtter	2021
2	Claritask	1	Claritask	2019
3	Nifty	4.8	Nifty Technologies, Inc.	2021
4	GanttPRO	2.8.11	GanttPRO	2021
5	Workzone	3.7.946	Workzone	2021
6	Agiled	1.1.0	ZTABS LLC	2021
7	Beesbusy	111.5	Beesbusy	2021
8	Samepage	220.210.719	Samepage Inc	2021
9	Stackby	2.0.1	Stackby - Relytree Inc.	2021
10	Proyecto.co	1	Proyecto.co	2021
11	Microsoft Project	Microsoft Project 2019	Microsoft	2019

En el análisis, se encontraron once herramientas tecnológicas, el 18% corresponde a versiones del 2019 y el 82% corresponde a versiones del 2021. Todas corresponden a dueños o propietarios diferentes. Entre estas, la más comúnmente conocida es Microsoft Project, según la revisión documental realizada y las respuestas de los expertos en el panel.

Tabla 17.

Matriz de análisis de herramientas tecnológicas disponibles (manejo del tiempo y costo).

Items	Herramientas	Versión	Propietario	Año	Costo Uso de la herramienta			Proveedor	Nivel de dependencia tecnológica	Tipo de acceso	Compatibilidad con otras Apps	Manejo de estándares
					Versión gratuita	Pruebas gratuitas	Precio inicial [USD]/Meses					
1	WorkOtter	1	WorkOtter	2021		X	35	GETAPP	Media	Cerrado	Alta	Alta
2	Claritask	1	Claritask	2019	X	X	35	GETAPP	Baja	Abierto	Baja	Alta
3	Nifty	4.8	Nifty Technologies, Inc.	2021	X		49	Nifty Technologies, Inc.	Media	Abierto	Alta	Alta

								Google play				
4	GanttPRO	2.8.11	GanttPRO	2021		X	9	GETAPP	Media	Cerrado	Alta	Alta
5	Workzone	3.7.946	Workzone	2021		X	200	GETAPP	Media	Cerrado	Baja	Medio
6	Agiled	1.1.0	ZTABS LLC	2021	X	X	ND	Google play, App Store	Media	Abierto	Media	Media
7	Beesbusy	111.5	Beesbusy	2021	X	-	9,99	OSB Software	Media	Abierto	Alta	Alta
8	Samepage	220.210.719	Samepage Inc	2021	X	X	7,50	Google play, App Store	Media	Abierto	Alta	Alta
9	Stackby	2.0.1	Stackby - Relytree Inc.	2021	X	-	5,00	Google play, App Store	Media	Abierto	Alta	Alta
10	Proyecto.co	1	Proyecto.co	2021	X	X	7,00	Proyecto.co	Media	Abierto	Alta	Alta
11	Microsoft Project 2019	Microsoft Project 2019	Microsoft	2019	-	X	10,00	Microsoft	Media	Cerrado	Media	Alta

Las herramientas tecnológicas disponibles de la tabla 17 se evalúa el costo del uso del software, tipo de acceso, compatibilidad con otras aplicaciones y manejo de estándares con el fin de evidenciar cual es la más eficiente y competitiva para la planeación de proyectos.

4.1.2. Análisis y ponderación de las herramientas encontradas según el inventario desde la revisión de literatura.

Para el análisis de las herramientas encontradas, se definieron dos momentos, en el primer momento se realizó análisis y posteriormente análisis respecto de las variables tiempo y costo por parte de cada herramienta encontrada.

Análisis de las características de las herramientas tecnológicas

Para evaluar las características óptimas de las herramientas tecnológicas de acuerdo Soto (2017) se deben tener en cuenta ocho características: Planificación, programación y seguimiento de tareas, gestión del presupuesto, análisis de rendimiento, gestión del riesgo, indicadores de tiempo, indicadores de coste, generación de reportes (dash-board), y generación de la EDT a partir de la definición de actividades; y para llegar al análisis final se inició con la revisión de la tabla 18.

Tabla 18.

Matriz de análisis de herramientas tecnológicas disponibles (manejo del tiempo y costo).

Items	Herramientas	Planificación, programación y seguimiento de tareas	Gestión del presupuesto	Análisis de rendimiento	Gestión del riesgo	Indicadores de tiempo	Indicadores de coste	Generación de reportes (Dashboard)	Generación de la EDT a partir de la definición de actividades	Tipo de comunicación	Puntaje	Cumplimiento
1	WorkOtter	X	X	X	X	X	X	X		Síncrona	82	Cumple
2	Claritask	X				X		X		Síncrona	52	No cumple
3	Nifty	X				x		x	X	Síncrona	64	No cumple
4	GanttPRO	X	X	X	X	X	X	X	X	Síncrona	90	Cumple
5	Workzone	X				X	-	X		Síncrona	49	No cumple
6	Agiled	X	-	-	-	X	-	X	X	Síncrona	64	No cumple
7	Beesbusy	X	-	X	X	X	-	X	X	Síncrona	78	Cumple
8	Samepage	X	X	X	-	X	X	X	-	Síncrona	86	Cumple
9	Stackby	X	X	X	X	X	-	X	-	Síncrona	82	Cumple
10	Proyecto.co	X	-	X	-	X	-	X	-	Síncrona	72	Cumple
11	Microsoft Project	X	X	X	X	X	X	X	X	Asíncrona	83	Cumple

Para el análisis de las herramientas tecnológicas se consideraron las versiones actualizadas como lo muestra la tabla No. 18, además de los costos de cada herramienta, y se encontró que la mayoría de las herramientas son de acceso cerrado. Se detalla que el 63.6% de las aplicaciones maneja prueba gratis, pero con funciones restringidas. La compatibilidad se mide en tres niveles, siendo baja la de poca conectividad con otras herramientas y alta con mayor acceso entre ellas, por tanto, el 63.6% tiene compatibilidad “alta” con otras herramientas como Excel, Project, OneDrive, Teams, Outlook, entre otras.

Se evaluaron otros parámetros de las herramientas tecnológicas con las diferentes características para la gestión de proyectos, y el tipo de comunicaciones manejables dado que en

la actualidad se realizan trabajos con conexión en línea desde diferentes equipos para la gestión de un mismo proyecto.

En la tabla No. 18 los puntajes dados a cada una de las características revisadas para las herramientas están de acuerdo a los criterios de calificación consecuentes con lineamientos conceptuales sobre la planeación de proyectos y accesibilidad a las herramientas en línea. Como puntaje máximo se manejaron 100 puntos, realizando un filtro de “cumplimiento” de aquellos puntajes superiores a 70 puntos, los cuales seguirán el análisis en la siguiente etapa de la matriz (ver anexo 7: criterios de calificación de matrices).

En conclusión, las herramientas tecnológicas disponibles con mayores características, y por ende mayor puntaje de cumplimiento para continuar su análisis en el siguiente subcapítulo (Análisis respecto de las variables tiempo y costo por parte de cada herramienta encontrada) son: WorkOtter, GanttPRO, Beesbusy, Samepage, Stackby, Proyecto.co, y Microsoft Project.

4.1.3. Análisis respecto de las variables tiempo y costo por parte de cada herramienta encontrada.

Se analizan los posibles usos de las herramientas en las distintas fases de proyectos, teniendo en cuenta su aplicabilidad en tiempo y costos.

Tabla 19.

Matriz de análisis de herramientas tecnológicas disponibles (manejo del tiempo y costo).

Items	Herramientas con cumplimiento	Tipo de comunicación	Orientación del proyecto	Sector al que se enfoca	Fase del proyecto tratado						Variables a manejar		Tipo de Costos	Perfil de la variable de tiempo	Puntaje	Cumplimiento
					Identificación	Planificación	Ejecución	Control	Comunicación	Tiempo	Costos					
1	WorkOtter	Síncrona	Privado	Infraestructura Económica	-	X	X	X	X	X	X	Clase II	Intermedia	154	No cumple	
4	GanttPRO	Síncrona	Privado	Industrial	-	X	X	X	X	X	X	Clase II	Intermedia	170	Cumple	
7	Beesbusy	Síncrona	Privado	Hidrocarburos	-	X	X	X	X	X	-	Clase II	Intermedia	148	No cumple	
8	Samepage	Síncrona	Privado	Infraestructura Económica	-	X	X	X	X	X	X	Clase II	Intermedia	158	No cumple	
9	Stackby	Síncrona	Privado	Industrial	-	X	X	X	X	X	X	Clase II	Intermedia	162	No cumple	
10	Proyecto.co	Síncrona	Privado	Infraestructura	-	X	X	X	X	X	-	Clase II	Intermedia	134	No cumple	

				Económica														
11	Microsoft Project	Asíncrona	Privado	Hidrocarburos	-	X	X	X	X	X	X	Clase I	Intermedia	165	Cumple			

En la tabla No. 19 los puntajes dados a cada una de las características revisadas para las herramientas están enfocados en la fase de planeación de proyectos, y en las variables de tiempo y costos. Como puntaje máximo se manejaron 200 puntos (acumulados del análisis de las dos primeras tablas 17 y 18), realizando un filtro de “cumplimiento” de aquellos puntajes superiores a 165 puntos, los cuales seguirán el análisis en la siguiente etapa de la matriz, teniendo en cuenta:

- Tipos de Costos:

Clase I: (+15 % / -10%) - Fase de Ejecución

Clase II: (+20% / -15%) - Fase de Planeación

Clase III: (+40% / - 20%) - Fase de Identificación

- Perfil de la variable de tiempo:

Rígida: No permite realizar cambios en línea base de tiempo.

Intermedia: Permite realizar cambios en línea base de tiempo, pero guarda línea inicial. Permite comprar los diferentes escenarios.

Flexible: Permite realizar cambios en línea base de tiempo, actualizar las veces necesarias sin ninguna restricción o comparación (ver anexo criterios de calificación).

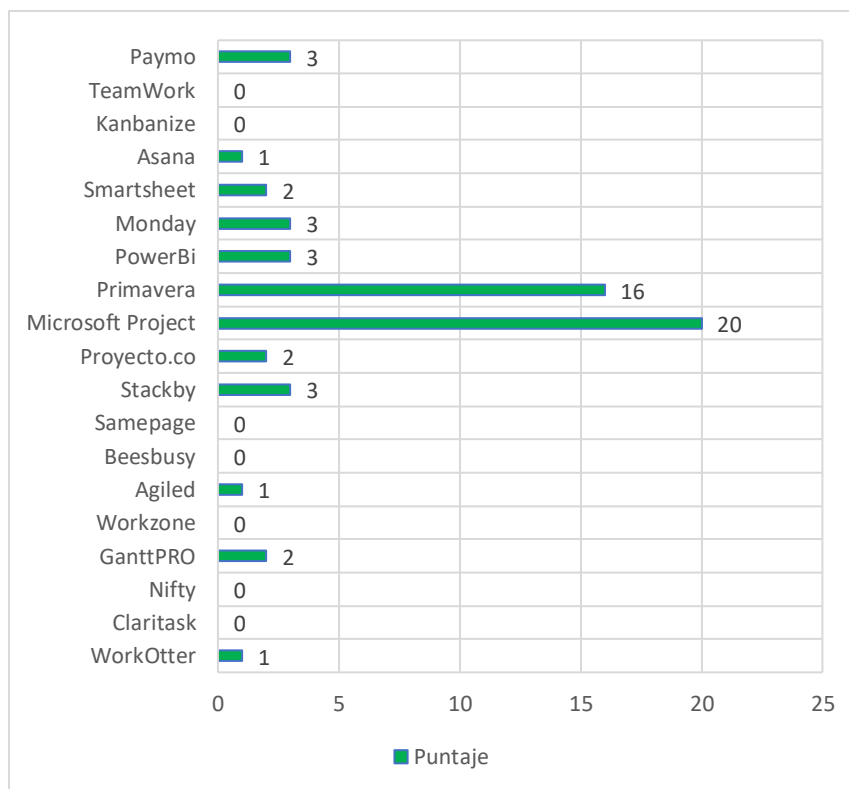
4.1.4. Inventario y clasificación de herramientas desde el panel de expertos.

Al realizar el diagnóstico participativo con expertos (ver anexo 4), alrededor de las características a tener en cuenta, considerando una herramienta tecnológica disponible, y, a partir de un proceso de sistematización y análisis previo realizado por las investigadoras, se obtienen los siguientes resultados:

- En cuanto las herramientas tecnológicas relevantes que permiten elevar el nivel de cumplimiento respecto a las variables de tiempo y costo en la planeación de proyectos del sector de hidrocarburos se ordenaron de acuerdo con el nivel de importancia, asignando puntuación de manera descendente donde cinco puntos a la más óptima y uno la menos favorable e incluyendo herramientas no mencionadas, por tanto, se obtuvo lo siguiente:

Figura 14.

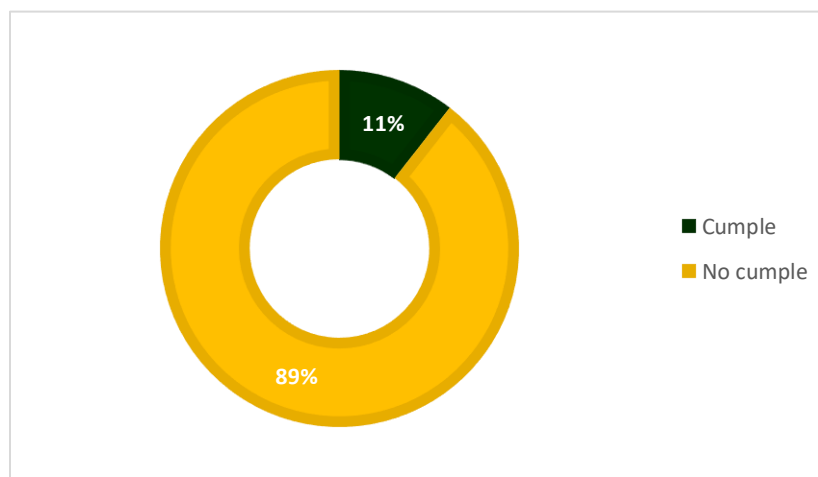
Puntaje por orden de importancia – gráfica de barras



En la figura 14 se observa que los expertos adicionaron ocho herramientas: Primavera, PowerBi, Monday, Smartsheet, Asana, Kanbanize, TeamWork y Paymo; para un total de 19 herramientas consultadas en el panel de expertos y aplicables para el desarrollo de la investigación. Inicialmente, en la misma gráfica se observa mayor puntuación de las herramientas Primavera y Microsoft Project como las más usadas en la industria.

Figura 15.

Nivel de cumplimiento de las herramientas



De las diecinueve (19) herramientas tecnológicas resultantes del panel de expertos, se aplicaron filtros de acuerdo con el puntaje, donde cinco puntos es el de mayor importancia y uno el menos importante, obteniendo dos límites establecidos:

- Cero puntos para las no incluidas dentro de la puntuación.
- Menor puntuación: cuatro puntos
- Máxima puntuación: 20 puntos

De acuerdo con lo anterior y para asignar el nivel de cumplimiento, se asigna el filtro limitante, donde los puntajes totales por herramienta tecnológica, menores o iguales a ocho puntos (puntuación dos por respuesta de cada uno de los expertos), se asigna como calificación “no cumple”; y para los puntajes totales por herramienta tecnológica, mayores o iguales a nueve puntos, se asigna como calificación “cumple”. De acuerdo con la figura 14, y según el nivel de importancia basándose en las más usadas, confiables, trabajadas en la industria, disponibles en el mercado y robustas lo que indicó que solo dos herramientas tecnológicas cumplen para continuar con la investigación el 11% correspondientes a: Microsoft Project y Primavera. A continuación, se indica la tabla resultado:

Tabla 20.

Cumplimiento de herramientas tecnológicas

Nombre de la Herramienta Tecnológica	Cumplimiento
WorkOtter	No cumple
Claritask	No cumple
Nifty	No cumple
GanttPRO	No cumple
Workzone	No cumple
Agiled	No cumple

Nombre de la Herramienta Tecnológica	Cumplimiento
Beesbusy	No cumple
Samepage	No cumple
Stackby	No cumple
Proyecto.co	No cumple
Microsoft Project	Cumple
Primavera	Cumple
PowerBi	No cumple
Monday	No cumple
Smartsheet	No cumple
Asana	No cumple
Kanbanize	No cumple
TeamWork	No cumple
Paymo	No cumple

De acuerdo con la tabla 20, Microsoft Project y Primavera cumplen para revisar e incluir en los resultados finales de la investigación, por lo tanto, se realiza inclusión de estas herramientas en la matriz de inventarios y clasificación de herramientas tecnológicas donde se obtiene:

Tabla 21.

Matriz de inventarios y clasificación de herramientas tecnológicas desde el panel de expertos (manejo del tiempo y costo).

Items	Herramientas	Versión	Propietario	Año
1	WorkOtter	1	WorkOtter	2021
2	Claritask	1	Claritask	2019
3	Nifty	4.8	Nifty Technologies, Inc.	2021
4	GanttPRO	2.8.11	GanttPRO	2021
5	Workzone	3.7.946	Workzone	2021
6	Agiled	1.1.0	ZTABS LLC	2021
7	Beesbusy	111.5	Beesbusy	2021
8	Samepage	220.210.719	Samepage Inc	2021

9	Stackby		2.0.1	Stackby - Relytree Inc.	2021
10	Proyecto.co		1	Proyecto.co	2021
11	Microsoft Project		Microsoft Project 2019	Microsoft	2019
12	Oracle Primavera P6		P6 EPPM	Oracle	2021
13	Microsoft Power BI		2.103.881.0	Microsoft	2022
14	Monday		1.0.12	monday.com Ltd.	2022
15	Smartsheet		9.1.0.382	Smartsheet	2021
16	Asana		6.87.5	ASANA	2022
17	Kanbanize		8.13	Kanbanize	2022
18	TeamWork		2.15.11	Teamwork.com	2021
19	Paymo		5.7.28	Paymo S.R.L.	2021

En el análisis de expertos se encontraron ocho herramientas tecnológicas adicionales para un total de 19, el 11% corresponde a versiones del 2019, el 68% corresponde a versiones del 2021 y el 21% corresponde a versiones del 2022. Todas corresponden a dueños o propietarios diferentes, como se observa en la tabla No. 21.

Se realiza investigación de cada herramienta nueva sugerida del panel de expertos, con el objetivo de analizar y ponderar de acuerdo con los requisitos de la investigación en desarrollo.

4.1.5. Análisis y ponderación de las herramientas encontradas según el inventario consolidado.

Para este subcapítulo, se tomaron los criterios planteados en “Análisis y ponderación de las herramientas encontradas según el inventario desde la revisión de literatura” sobre su análisis y consolidación, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 22.

Matriz de análisis de herramientas tecnológicas disponibles desde el panel de expertos (manejo del tiempo y costo).

Ítem	Herramientas con cumplimiento	Tipo de comunicación	Orientación del proyecto	Sector al que se enfoca	Fase del proyecto tratado						Variables a manejar		Tipos de Costos	Perfil de la variable de tiempo	Puntaje	Cumplimiento
					Identificación	Planificación	Ejecución	Control	Cierre	Tiempos	Costos					
1	WorkOter	Síncrona	Privado	Infraestructura Económica	-	X	X	X	X	X	X	Clase II	Intermedia	154	No cumple	

4	GanttPRO	Síncrona	Privado	Industrial	-	X	X	X	X	X	X	Clase II	Intermedia	170	Cumple
7	Beesbus y	Síncrona	Privado	Hidrocarburos	-	X	X	X	X	X	-	Clase II	Intermedia	148	No cumple
8	Samepage	Síncrona	Privado	Infraestructura Económica	-	X	X	X	X	X	X	Clase II	Intermedia	158	No cumple
9	Stackby	Síncrona	Privado	Industrial	-	X	X	X	X	X	X	Clase II	Intermedia	162	No cumple
10	Proyecto.co	Síncrona	Privado	Infraestructura Económica	-	X	X	X	X	X	-	Clase II	Intermedia	134	No cumple
11	Microsoft Project	Asíncrona	Privado	Hidrocarburos	-	X	X	X	X	X	X	Clase I	Intermedia	165	Cumple
12	Oracle Primavera P6	Asíncrona	Privado	Industrial	-	X	X	X	X	X	X	Clase I	Intermedia	167	Cumple
14	Monday	Asíncrona	Privado	Industrial	-	X	X	X	X	X	X	Clase I	Intermedia	161	No cumple
16	Asana	Síncrona	Privado	Industrial	-	X	X	X	X	X	X	Clase I	Intermedia	168	Cumple
19	Paymo	Síncrona	Privado	Infraestructura Económica	-	X	X	X	X	X	X	Clase I	Intermedia	162	No cumple

En conclusión, las herramientas tecnológicas disponibles con mayor manejo del tiempo y costo, y por ende mayor puntaje de cumplimiento para continuar su análisis en el siguiente subcapítulo (Herramientas más óptimas encontrada a partir del panel de expertos) son: GanttPRO, Oracle Primavera P6, Microsoft Project, y Asana.

4.1.6. Herramientas más óptimas encontrada a partir del panel de expertos.

Después de analizar las herramientas de las matrices uno y dos (tablas 21 y 22), se obtiene el resultado de la tabla siguiente:

Tabla 23.

Matriz de resultado herramientas con manejo del tiempo y costo desde el panel de expertos.

Items	Herramientas con cumplimiento	Tipo de comunicación	Orientación del proyecto	Sector al que se enfoca	Fase del proyecto tratado						Variables a manejar		Tipos de Costos	Perfil de la variable de tiempo	Puntaje	Cumplimiento
					Identificación	Planificación	Ejecución	Control	Cierre	Tiempo	Costos					
4	GanttPRO	Síncrona	Privado	Industrial	-	X	X	X	X	X	X	Clase II	Intermedia	170	Cumple	
11	Microsoft Project	Síncrona	Privado	Hidrocarburos	-	X	X	X	X	X	X	Clase I	Intermedia	165	Cumple	
12	Oracle Primavera P6	Síncrona	Privado	Industrial	-	X	X	X	X	X	X	Clase I	Intermedia	167	Cumple	
16	Asana	Síncrona	Privado	Industrial	-	X	X	X	X	X	X	Clase I	Intermedia	168	Cumple	

A partir de las cuatro herramientas más óptimas encontradas, se continúa con el desarrollo de la propuesta, a partir de aquella con la puntuación alta y cumplimiento: resultando GanttPRO, Asana, Primavera y Microsoft Project. Las tres primeras se toman para realizar el estudio y la última se toma como herramienta testigo en la investigación.

4.2. Construcción de la metodología que permita mejorar los niveles de cumplimiento en la fase de planeación de proyectos, en costos y en tiempos previstos de ejecución.

Con base a la anterior identificación de la (s) herramienta (s) tecnológica (s) disponibles y más óptima a continuación se presentan los resultados de la metodología que permita elevar los niveles de cumplimiento previsto de ejecución.

4.2.1. Inventario y clasificación de metodologías existentes desde la revisión de literatura.

Durante la fase de planeación, se tomaron las seis variables del marco conceptual que son: Plan de Trabajo del Proyecto (PDT), estimación de costos para establecer línea base en costo/tiempo, cálculo de contingencias, realización evaluación económica y financiera, realización de plan de control/construcción/riesgos del proyecto, y establecimiento de rutas críticas de trabajo a través de EDT-WBS.

Tabla 24.

Matriz de análisis de metodologías existentes.

Items	Nombre de la Metodología	Estándar	Planeación					Puntuación	Cumplimiento	
			Creación de Plan de trabajo del proyecto (PDT)	Estimación de costos para establecer línea base costo / tiempo	Cálculo de contingencia	Realización evaluación económica y financiera	Realización de Plan de control / construcción / riesgos del proyecto			Establecimiento de rutas críticas de trabajo a través de EDT - WBS
1	Diagrama causa-efecto, estilo espina pescado	PMI	X	X	X	-	X	X	87,5	Cumple
2	Valor Ganado: EVM	PMI	-	-	-	-	-	X	12,5	No cumple
3	La metodología propuesta en la tesis, CTCR (Costo, Tiempo, Criticidad y Riesgos)	PMI	-	-	-	-	-	X	12,5	No cumple
4	Técnica PERT (Técnica de Evaluación y Revisión de Programas)	Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de Guerra del Departamento de Defensa USA	X	X	-	-	-	X	62,5	No cumple
5	DOFA, es el acrónimo para describir las Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas	PMI	-	-	-	X	-	-	12,5	No cumple
6	Algoritmo híbridos basados en diagrama de flujo	PMI	-	X	-	-	-	-	25	No cumple

En la tabla No. 24 los puntajes dados a cada una de las características revisadas para las metodologías, se realizó de acuerdo al impacto en la fase de planeación. Como puntaje máximo se manejaron 100 puntos, realizando un filtro de “cumplimiento” de aquellos puntajes superiores a 60 puntos, los cuales seguirán el análisis en la siguiente etapa de la matriz (ver anexo 1: Matriz de caracterización de herramientas tecnológicas).

4.2.2. *Identificación de metodologías con mayor nivel de confiabilidad para aplicar en la fase de planeación del sector hidrocarburos desde la revisión de literatura.*

De acuerdo a los resultados de la tabla No. 24, del capítulo 4.3.1 Inventario y clasificación de metodologías existentes desde la revisión de literatura, se tiene como resultado la metodología “Diagrama causa-efecto, estilo espina pescado”:

Tabla 25.

Matriz de resultado de metodologías estudiadas.

Items	Nombre de la Metodología	Estándar	Planeación						Puntuación	Cumplimiento
			Creación de Plan de trabajo del proyecto (PDT)	Estimación de costos para establecer línea base costo / tiempo	Cálculo de contingencia	Realización evaluación económica y financiera	Realización de Plan de control / construcción / riesgos del proyecto	Establecimiento de rutas críticas de trabajo a través de EDT - WBS		
1	Diagrama causa-efecto, estilo espina pescado	PMI	X	X	X	-	X	X	87,5	Cumple

Para el cumplimiento de esta, se definieron criterios sobre el aporte a la fase de planeación, dando mayores pesos a la creación de Plan de Trabajo del Proyecto (PDT), y estimación de costos para establecer línea base en costo/tiempo para cada una un 100%. Las demás características se asignaron un 50% de peso, pues que cumplan con la mitad aportan a la metodología óptima. El resultado para evaluar la puntuación es un cumplimiento 75 puntos en adelante.

4.2.3. *Inventario y clasificación de metodologías desde el panel de expertos.*

Al realizar el diagnóstico participativo con expertos (ver anexo 4) alrededor de las metodologías existentes que se pueden aplicar a para el sector hidrocarburos, a partir de un proceso de sistematización y análisis previo realizado por las investigadoras, se obtienen los siguientes resultados:

- De acuerdo con la investigación se establecieron como línea de partida seis metodologías con el objetivo de encontrar la más óptima, para ello a los expertos se les requirió de acuerdo a su conocimiento y experiencia, asigne una puntuación de manera descendente, donde cinco

puntos se asignaron a la más aplicada para la fase de planificación de proyectos y un punto para la menos favorable y/o no aplicable para la fase de planificación de proyectos.

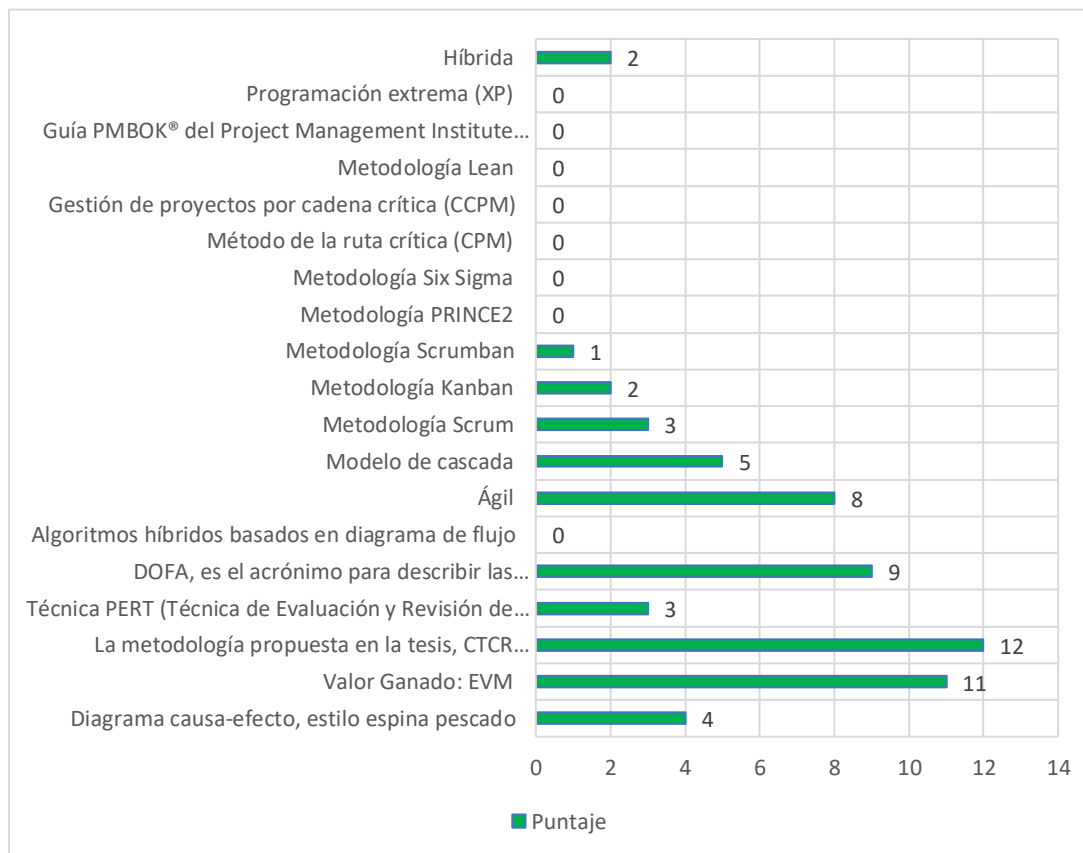
En materia de gestión de proyectos, no existe un enfoque único para todos los equipos. Cada metodología ofrece principios únicos que permiten gestionar un proyecto de desarrollo desde el plan inicial hasta su ejecución final.

Los aspectos más importantes para considerar son: el tamaño del equipo y cómo desean trabajar.

- Sector: se debe considerar si se trabaja en un sector que cambia con frecuencia. Por ejemplo, una empresa de tecnología es una industria en constante evolución. Esto influirá en la consistencia del proyecto y se debe analizar si se combina con una metodología flexible o con una estática.
- El enfoque del proyecto: Tener presente los objetivos del proyecto.
- La complejidad de los proyectos: Algunos métodos no son tan efectivos como otros cuando se trata de organizar tareas complejas, como la metodología de gestión de proyectos por cadena crítica.
- El grado de especialización de los roles: Considerar la función que cumple cada rol en el equipo de trabajo y asignar de acuerdo con la especialización de cada uno.
- El tamaño de la empresa: Es importante tener en cuenta el tamaño de la empresa y del equipo al momento de elegir una metodología.

Figura 16.

Puntaje de las metodologías de análisis



En la figura 16 se observa que los expertos sugirieron trece (13) metodologías de análisis:

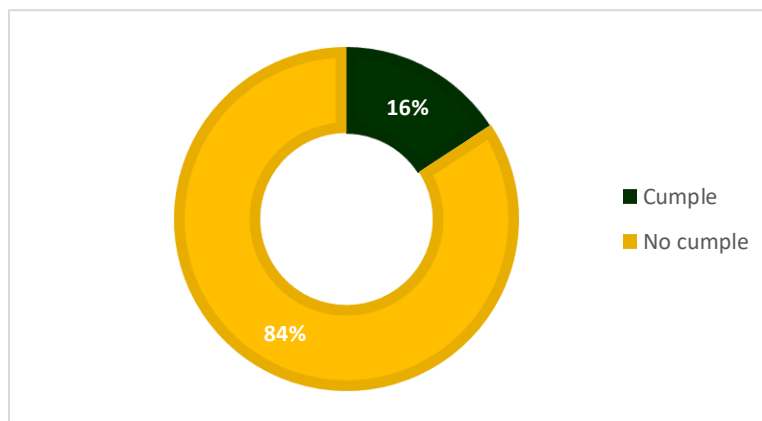
- Metodología Ágil
- Modelo de cascada
- Metodología Scrum
- Metodología Kanban
- Metodología Scrumban
- Metodología PRINCE2
- Metodología Six Sigma
- Método de la ruta crítica (CPM)
- Gestión de proyectos por cadena crítica (CCPM)
- Metodología Lean
- "Guía PMBOK® del Project Management Institute (PMI) La más aplicada y reconocida"
- Programación extrema (XP)
- Metodología Híbrida

Se tiene un total de 19 metodologías de análisis consultadas en el panel de expertos, aplicables en el desarrollo de la investigación. Inicialmente, en la misma gráfica se observa mayor puntuación a las metodologías: La metodología propuesta en la tesis, CTCR (Costo,

Tiempo, Criticidad y Riesgos); Valor Ganado: EVM; DOFA, es el acrónimo para describir las Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas; y Ágil.

Figura 17.

Cumplimiento de las metodologías



De las 19 metodologías de análisis consultadas y resultado del panel de expertos, se realizaron filtros de acuerdo con el puntaje, inicialmente y de acuerdo al puntaje donde cinco puntos es el de mayor importancia y un el menos importante, se obtienen dos límites establecidos:

- Cero puntos para las no incluidas dentro de la puntuación.
- Menor puntuación: Cuatro puntos
- Máxima puntuación: 20 puntos

De acuerdo a lo anterior y para asignar el nivel de cumplimiento, se asigna el filtro limitante, donde los puntajes totales por herramienta tecnológica, menores o iguales a ocho puntos (puntuación dos por respuesta de cada uno de los expertos), se asigna como calificación “no cumple”; y para los puntajes totales por herramienta tecnológica, mayores o iguales a nueve puntos, se asigna como calificación “cumple”. De acuerdo a la figura 17, y según el nivel de importancia cumplen para continuar con la investigación el 16% correspondientes a: Valor Ganado (EVM); la metodología propuesta en la tesis, CTCR (Costo, Tiempo, Criticidad y Riesgos); y DOFA, es el acrónimo para describir las Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas. A continuación, se indica la tabla resultado:

Tabla 26.

Cumplimiento de la metodología.

Nombre de la Metodología	Cumplimiento
Diagrama causa-efecto, estilo espina pescado	No cumple
Valor Ganado: EVM	Cumple
La metodología propuesta en la tesis, CTCR (Costo, Tiempo, Criticidad y Riesgos)	Cumple
Técnica PERT (Técnica de Evaluación y Revisión de Programas)	No cumple

Nombre de la Metodología	Cumplimiento
DOFA, es el acrónimo para describir las Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas	Cumple
Algoritmos híbridos basados en diagrama de flujo	No cumple
Ágil	No cumple
Modelo de cascada	No cumple
Metodología Scrum	No cumple
Metodología Kanban	No cumple
Metodología Scrumban	No cumple
Metodología PRINCE2	No cumple
Metodología Six Sigma	No cumple
Método de la ruta crítica (CPM)	No cumple
Gestión de proyectos por cadena crítica (CCPM)	No cumple
Metodología Lean	No cumple
Guía PMBOK® del Project Management Institute (PMI)	No cumple
La más aplicada y reconocida	No cumple
Programación extrema (XP)	No cumple
Híbrida	No cumple

De acuerdo a la tabla 26, Valor Ganado (EVM); la metodología propuesta en la tesis, CTCR (Costo, Tiempo, Criticidad y Riesgos); y DOFA, es el acrónimo para describir las Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas, cumplen para revisar e incluir en los resultados finales de la investigación.

Adicionalmente, en los siguientes niveles, los expertos dieron las siguientes sugerencias:

- Diagrama causa-efecto, estilo espina pescado: Un experto opina que no aplica como metodología.
- Técnica PERT (Técnica de Evaluación y Revisión de Programas): Un experto opina es una técnica de planificación y/o programación para estimar duraciones, pero no como metodología de gestión de proyectos.
- Valor Ganado (EVM): Un experto opina que es una metodología para el seguimiento y control del proyecto, no aplica para planificación, sin embargo, establece unos requerimientos para poder realizar la planificación.
- DOFA, es el acrónimo para describir las Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas: Un experto indica que no aplica como metodología.
- Un experto opina que están para muchas cosas y no hay vínculo entre ellas

De acuerdo a las observaciones recibidas de los expertos se ingresan las nuevas metodologías a la matriz dando como resultado lo siguiente:

Tabla 27.*Matriz de análisis de metodologías desde del panel de expertos*

Items	Nombre de la Metodología	Estándar	Creación de Plan de trabajo del proyecto (PDT)	Estimación costos para establecer line base costo / tiempo	Planeación			Puntuación	Cumplimiento	
					Cálculo de contingencia	Realización evaluación económica y financiera	Realización de Plan de control / construcción / riesgos del proyecto			
1	Diagrama causa-efecto, estilo espina pescado	PMI	X	X	X	-	X	X	87,5	Cumple
2	Valor Ganado: EVM	PMI	-	-	-	-	-	X	12,5	No cumple
3	La metodología propuesta en la tesis, CTCR (Costo, Tiempo, Criticidad y Riesgos)	PMI	-	-	-	-	-	X	12,5	No cumple
4	Técnica PERT (Técnica de Evaluación y Revisión de Programas)	Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de Guerra del Departamento de Defensa USA	X	X	-	-	-	X	62,5	No cumple
5	DOFA, es el acrónimo para describir las Fortalezas, Debilidades,	PMI	-	-	-	X	-	-	12,5	No cumple

Oportunidades y Amenazas										
6	Algoritmo híbridos basados en diagrama de flujo	PMI	-	X	-	-	-	-	25	No cumple
7	Ágil	PMI	X	X	-	X	X	X	87,5	Cumple
8	Modelo de cascada	PMI	X	-	-	-	-	X	37,5	No cumple
9	Metodología Scrum	PMI	X	X	-	X	X	X	87,5	Cumple
10	Metodología Kanban	PMI	X	X	-	-	-	-	50	No cumple
11	Metodología Scrumban	PMI	X	-	-	-	-	X	37,5	No cumple
12	Metodología PRINCE2	PRINCES 2	X	X	X	X	X	-	87,5	Cumple
13	Metodología Six Sigma	PMI	X	X	X	-	X	X	87,5	Cumple
14	Método de la ruta crítica (CPM)	PMI	X	X	-	-	-	X	62,5	No cumple
15	Gestión de proyectos por cadena crítica (CCPM)	PMI	X	X	-	X	-	X	75	No cumple
16	Metodología Lean	PMI	X	X	-	X	X	-	75	No cumple
17	Guía PMBOK® del Project Management Institute (PMI)	PMI	X	X	X	X	X	X	100	Cumple

	La más aplicada y reconocida										
18	Programación extrema (XP)	PMI	X	-	-	-	-	-	-	25	No cumple
19	Híbrida	PMI	X	X	-	X	-	-	-	62,5	No cumple

En la tabla No. 27 los puntajes dados a cada una de las características revisadas para las metodologías, se obtuvieron de acuerdo con el impacto en la fase de planeación (ver anexo 1: Matriz Caract. Tecnológica). Como puntaje máximo se manejaron 100 puntos, realizando un filtro de “cumplimiento” de aquellos puntajes superiores a 75 puntos, los cuales seguirán el análisis en la siguiente etapa de la matriz (ver anexo 7: criterios de calificación de matrices).

4.2.4. Identificación de metodologías con mayor nivel de confiabilidad para aplicar en la fase de planeación del sector hidrocarburos desde el panel de expertos.

Al incluir las nuevas metodologías recomendadas en el desarrollo del panel de expertos se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 28.

Matriz de resultado de metodologías estudiadas desde del panel de expertos.

Items	Nombre de la Metodología	Estándar	Planeación						Sector Foco	Puntuación	Cumplimiento
			Creación de Plan de trabajo del proyecto (PDT)	Estimación costos para establecer line base costo / tiempo	Cálculo de contingencia	Realización evaluación económica y financiera	Realización de Plan de control / construcción / riesgos del proyecto	Establecimiento de rutas críticas de trabajo a través de EDT -WBS			
1	Diagrama causa-efecto, estilo espina pescado	PMI	X	X	X	-	X	X	Otros (Hidrocarburos, Energía)	107,5	CUMPLE
7	Ágil	PMI	X	X	-	X	X	X	Otros (Hidrocarburos, Energía)	107,5	CUMPLE

17	Guía PMBOK® del Project Management Institute (PMI) La más aplicada y reconocida	PMI	X	X	X	X	X	X	Otros (Hidrocarburos, Energía)	120	CUMPLE
----	--	-----	---	---	---	---	---	---	--------------------------------	-----	--------

Se elabora la matriz de metodologías de acuerdo con los parámetros ya establecidos y adicionando la evaluación del sector foco, agregando como filtro de puntuación veinte puntos adicionales cuando cumple el tipo de sector “Otros (hidrocarburos)”, diez puntos para sector “Manufactura” y dos puntos para “Tecnología”. El resultado para evaluar la puntuación es un cumplimiento noventa y cinco puntos en adelante (ver anexo 7: criterios de calificación de matrices).

4.2.5. Metodología más optimas encontrada a partir del panel de expertos.

Después de analizar las metodologías adicionales de las matrices 1 y 2 (tablas 27 y 28), se evidencia que las metodologías más optimas encontradas, son Diagrama causa – efecto, estilo espina de pescado, Ágil y Guía PMBOK® del Project Management Institute (PMI), de acuerdo a este resultado la investigación realizara un estudio específico en las tres metodologías mencionadas para el desarrollo de la nueva metodología objeto de la investigación.

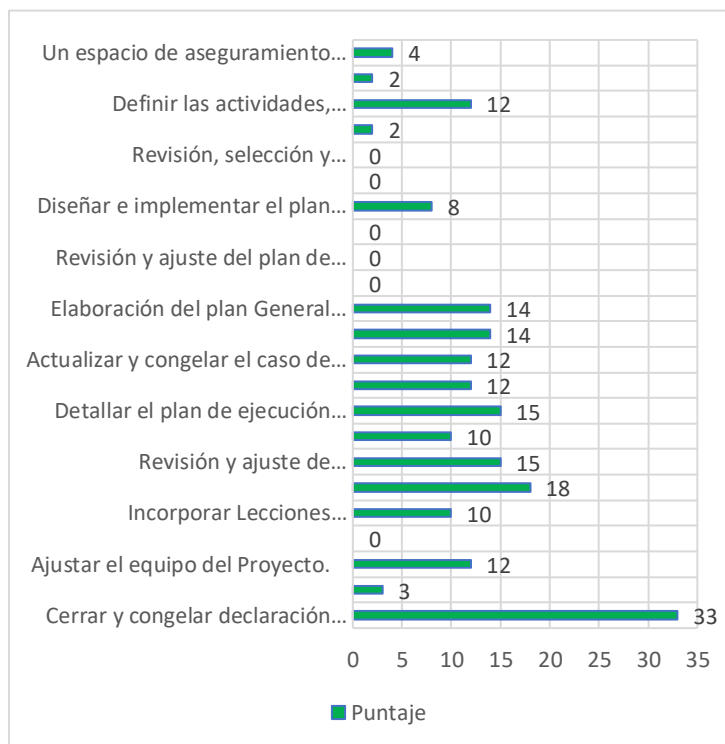
4.2.6. Desarrollo de la metodología para el uso de la herramienta(s) tecnológica(s) en la fase de planeación.

De acuerdo al panel de expertos desarrollado se encontraron los siguientes factores y criterios a incluir en el desarrollo de la metodología objeto de la investigación:

4.2.6.1 Para la fase de planeación de proyectos y de acuerdo al estado del arte, basado en 13 autores se seleccionaron 19 factores base a partir de los cuales los expertos seleccionaron siete factores de acuerdo con el nivel de importancia y mediante la asignación de puntaje descendente según su criterio, donde siete puntos es el factor más importante y un punto el menos relevante e incluyendo factores no mencionadas, por tanto, se obtuvo lo siguiente:

Figura 18.

Puntuación de factores para el desarrollo de la metodología



En la figura 18 se muestran los cuatro factores de análisis más relevantes para una adecuada planificación según los expertos.

Tabla 29.*Factores de análisis.*

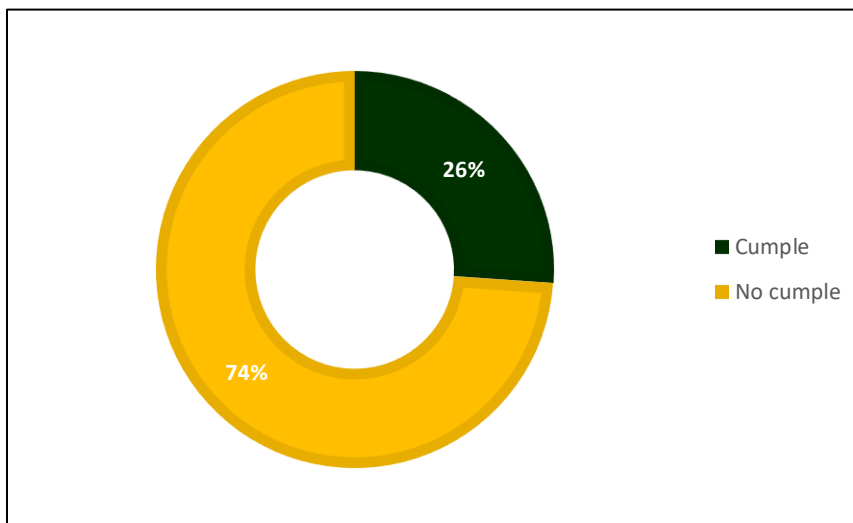
Factores de análisis	Desarrollar ingeniería según la fase y su aseguramiento.
	Definir las actividades, paquetes de trabajos, definir las duraciones y secuencias de las mismas.
	Desarrollo de evaluación financiera para evidenciar la viabilidad del proyecto, con lo cual los tomadores de decisión tienen un panorama más claro para definir la continuidad del proyecto y aprobar desembolso de recursos.
	Un espacio de aseguramiento (Asurance Review) para verificar la calidad de la información desarrollada y entregada por el equipo, antes de llevar el proyecto para la toma de decisión.

Lo anterior, permite aumentar el cierre de brechas en cada fase de los proyectos (ver anexo 4 Resultado panel de expertos – pregunta 3 hojas de análisis).

Inicialmente, en la misma gráfica se observa mayor puntuación a los factores: Cerrar y congelar declaración del alcance, que consiste en desarrollar la matriz de requisitos del proyecto, incorporando las nuevas necesidades, expectativas y requerimientos identificados; revisión y ajuste de la estimación de costos para el establecimiento de la línea base de costos y cálculo de la contingencia; revisión y ajuste de cronograma para fijar línea bases del cronograma; y detallar el plan de ejecución del proyecto.

Figura 19.

Cumplimiento de las metodologías, de acuerdo a los factores



Los 23 factores de análisis fueron implementados en el panel de expertos (ver anexo 4: Resultados del panel de expertos), y sometidos a un filtro basado en tres niveles de importancia a fin de realizar un filtro de acuerdo con el puntaje, donde siete puntos es el de mayor importancia y uno el menos importante y así se obtienen los límites establecidos:

- Cero puntos para las no incluidas dentro de la puntuación.
- Menor puntuación: cuatro puntos
- Máxima puntuación: 28 puntos

De acuerdo a lo anterior y para asignar el nivel de cumplimiento, se asigna el filtro limitante, donde los puntajes totales por herramienta tecnológica, menores o iguales a 12 puntos (puntuación tres por respuesta de cada uno de los expertos), se asigna como calificación “no cumple”; y para los puntajes totales por herramienta tecnológica, mayores o iguales a 13 puntos, se asigna como calificación “cumple”. De acuerdo con la figura 19 cumplen para continuar con la investigación el 26% correspondientes a: Cerrar y congelar declaración del alcance, consiste en desarrollar la matriz de requisitos del proyecto, incorporando las nuevas necesidades, expectativas y requerimientos identificados; revisión y ajuste de la estimación de costos para el establecimiento de la línea base de costos y cálculo de la contingencia; revisión y ajuste de cronograma para fijar línea bases del cronograma; detallar el plan de ejecución del proyecto; establecer presupuesto y recursos para la ejecución y cierre del proyecto; y elaboración del plan general de construcción basado en la ingeniería entregada. A continuación, se indica la tabla resultado:

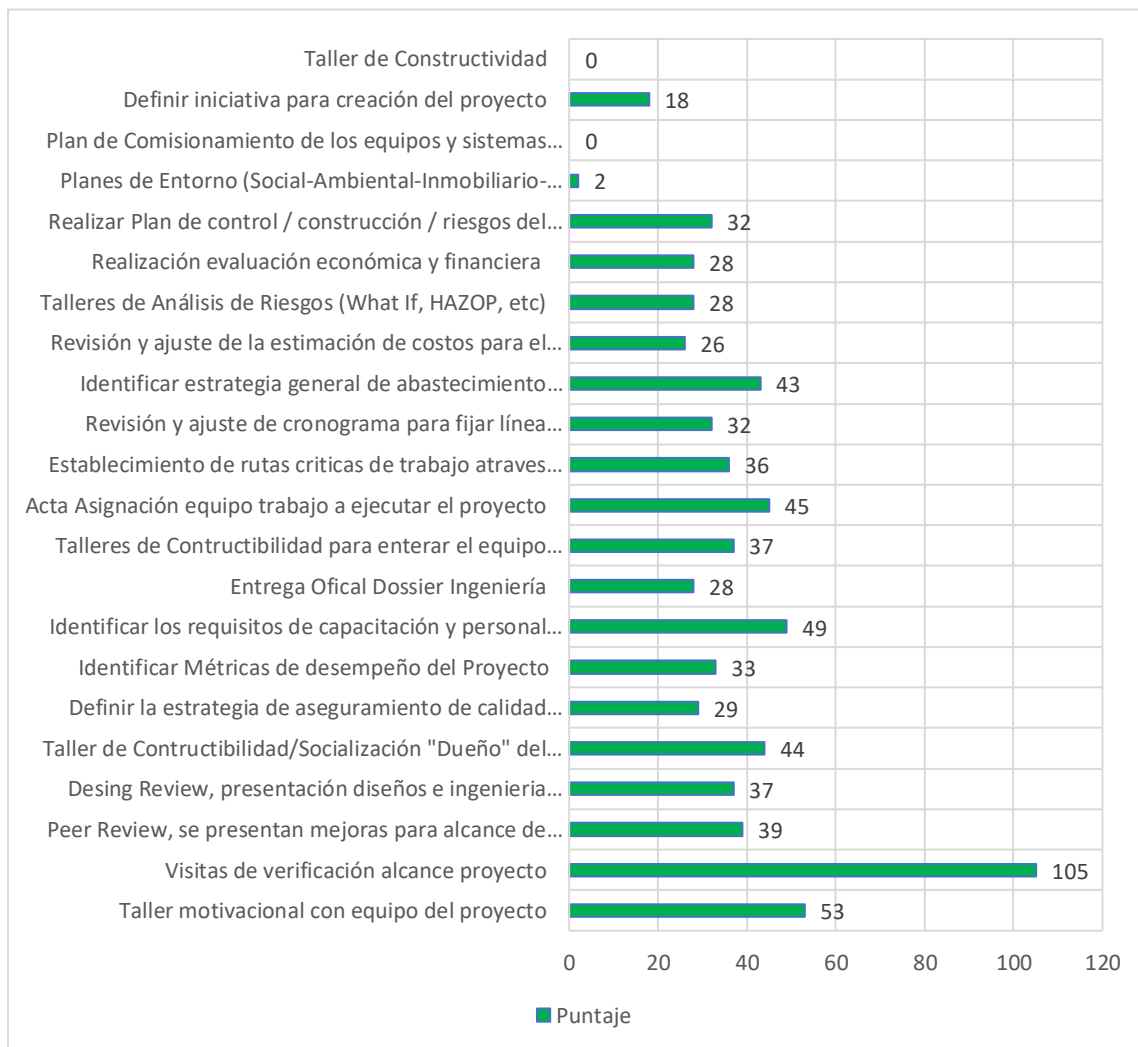
Tabla 30.*Cumplimiento de las herramientas tecnológicas.*

Factores	Cumplimiento
Cerrar y congelar declaración del alcance, consiste en desarrollar la matriz de requisitos del proyecto, incorporando las nuevas necesidades, expectativas y requerimientos identificados.	Cumple
Cerrar acciones pendientes de fases anteriores.	No cumple
Ajustar el equipo del Proyecto.	No cumple
Desarrollar Plan de Gestión de Recursos Humanos	No cumple
Incorporar Lecciones Aprendidas e identificar nuevas	No cumple
Revisión y ajuste de la estimación de costos para el establecimiento de la línea base de costos y cálculo de la contingencia.	Cumple
Revisión y ajuste de cronograma para fijar línea bases del cronograma.	Cumple
Detallar y congelar Plan de control del proyecto.	No cumple
Detallar el plan de ejecución del proyecto.	Cumple
Detallar y congelar estrategia de contratación, compras y logística.	No cumple
Actualizar y congelar el caso de negocio. Actualizar la evaluación económica y financiera del proyecto.	No cumple
Establecer presupuesto y recursos para la ejecución y cierre del proyecto.	Cumple
Elaboración del plan General de Construcción basado en la ingeniería entregada.	Cumple
Verificación del cumplimiento de requerimientos de calidad y compras críticas o de larga entrega. Actualizar el plan de calidad de acuerdo con la estrategia de compras y construcción del proyecto.	No cumple
Revisión y ajuste del plan de comunicaciones e inicio implementación de acuerdo al equipo de trabajo actual.	No cumple
Diseño, aprobación e implementación de la estrategia de relacionamiento con grupos de interés. Estrategia y Plan de Entorno Actualizado. Autorizaciones Ambientales radicadas. Autorización de incorporación de derechos inmobiliarios requeridos. Derecho inmobiliario inscrito.	No cumple
Diseñar e implementar el plan de gestión de riesgos para la fase. Aplicar ciclo de gestión de riesgos (identificación, valoración, tratamiento, monitoreo, comunicación).	No cumple
Diseño del plan de HSE con los planes específicos de contratistas para el proyecto.	No cumple
Revisión, selección y congelamiento de indicadores a implementar en la siguiente fase del proyecto, se utilizan para definir los objetivos de	No cumple

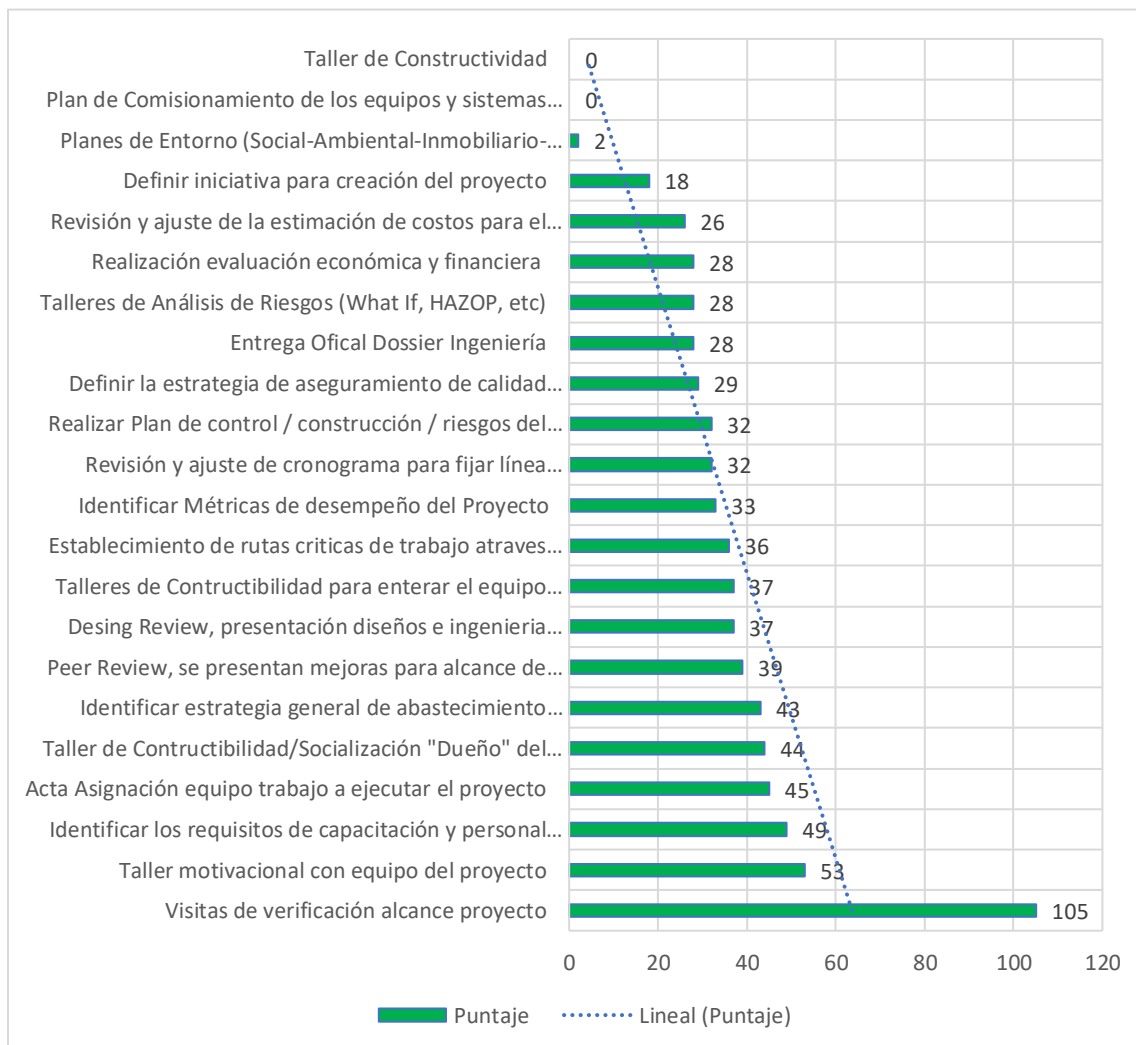
Factores	Cumplimiento
desempeño de las personas que ejecutan el proyecto (ej. Líderes de proyecto / miembros del equipo).	
Desarrollar ingeniería según la fase y su aseguramiento	No cumple
Definir las actividades, paquetes de trabajos, definir las duraciones y secuencias de las mismas	No cumple
Desarrollo de Evaluación Financiera para evidenciar la viabilidad del proyecto, con lo cual los tomadores de decisión tienen un panorama más claro para definir la continuidad del proyecto y aprobar desembolso de recursos	No cumple
Un espacio de aseguramiento (Asurance Review) para verificar la calidad de la información desarrollada y entregada por el equipo, antes de llevar el proyecto para la toma de decisión	No cumple

De acuerdo a la tabla 30, los factores mas importantes para tener presentes en el desarrollo de la metodología en la etapa de planeación, producto de la investigación son Cerrar y congelar declaración del alcance, revisión y ajuste de la estimación de costos para el establecimiento de la línea base de costos y cálculo de la contingencia; revisión y ajuste de cronograma para fijar línea bases del cronograma; detallar el plan de ejecución del proyecto; establecer presupuesto y recursos para la ejecución y cierre del proyecto; y elaboración del plan general de construcción basado en la ingeniería entregada

4.2.6.2 De acuerdo con el estado del arte desarrollado durante la investigación se han seleccionado 18 componentes para encontrar la metodología más óptima, por tanto, se les ha pedido a los expertos asignar puntaje de forma descendente de acuerdo al nivel de importancia, donde 18 puntos es el más importante y un punto el menos relevante y/o favorable, e incluyendo componentes no mencionadas, para ello se obtuvo lo siguiente:

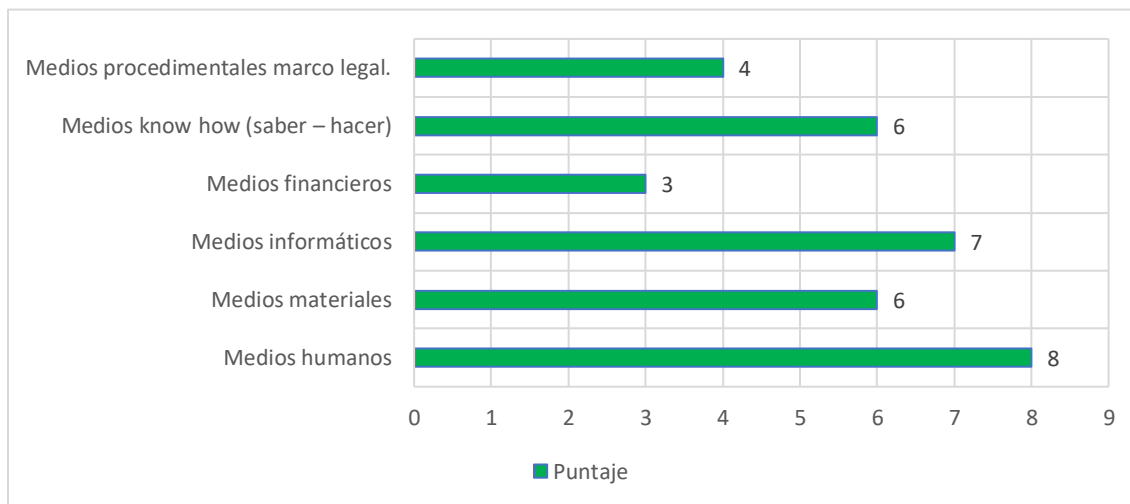
Figura 20.*Puntuación por componentes*

En la figura 20 se observa que los expertos sugirieron cuatro componentes de análisis para encontrar la metodología más óptima: Planes de Entorno (Social-Ambiental-Inmobiliario-Seguridad Física); Plan de Comisionamiento de los equipos y sistemas instalados; Definir iniciativa para creación del proyecto; y Taller de Constructividad. Para un total de 22 componentes de análisis para encontrar la metodología más óptima consultados en el panel de expertos y aplicables para el desarrollo de la investigación. Inicialmente, en la misma figura se observa mayor puntuación a las metodologías: Visitas de verificación alcance proyecto; Taller motivacional con equipo del proyecto; Identificar los requisitos de capacitación y personal a capacitar; y Acta Asignación equipo trabajo a ejecutar el proyecto.

Figura 21.*Orden por puntuación de componentes*

De la figura 21, los componentes establecidos se evidencian que todo es una cadena y deben ir enlazados de acuerdo al cierre de cada eslabón y/o entregable lo cual permite asegurar de una manera más confiable la etapa de planificación de los proyectos, si bien es cierto se debe resaltar que estos criterios no son aplicables para toda clase de proyectos dado que la complejidad varía de acuerdo al tamaño y complejidad del proyecto.

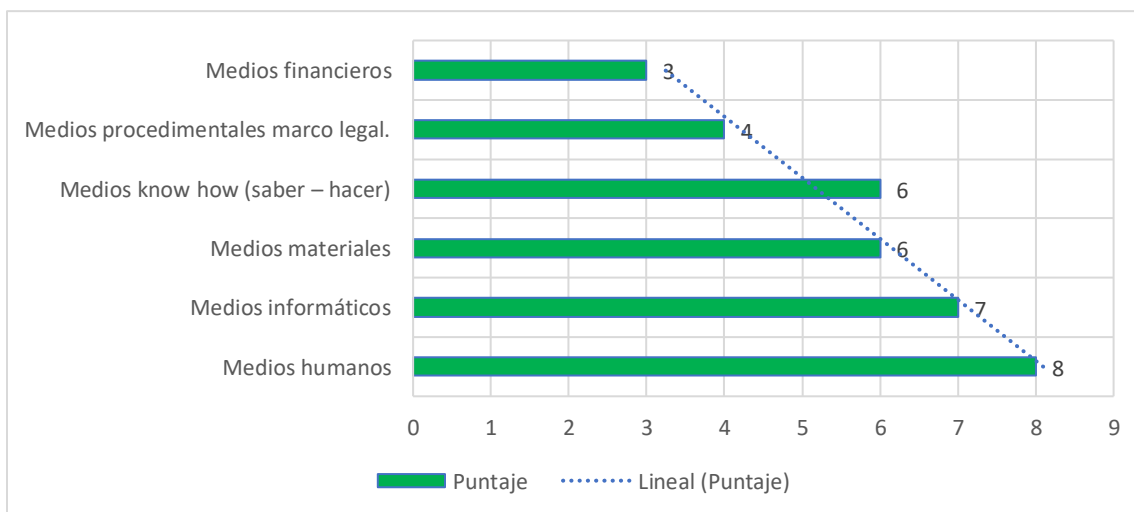
4.2.6.3 Durante la fase de planificación de proyectos en el sector de hidrocarburos, se debe evaluar la cuantía de los recursos disponibles para lograr los objetivos del proyecto, para ello los expertos consideraron e incluyeron recursos a tener presentes dado que todos los recursos son indispensables y se requieren, aunque estos dependen del nivel de complejidad y tamaño del proyecto, algunos recursos tendrán un mayor peso ponderado tanto en el presupuesto del proyecto como para la gestión del mismo.

Figura 22.*Puntuación de recursos*

En la figura 22 se observa que los expertos sugirieron dos recursos disponibles para lograr los objetivos del proyecto: Medios know how (saber – hacer), y Medios procedimentales marco legal. Para un total de seis recursos disponibles consultados en el panel de expertos y aplicables para el desarrollo de la investigación. Inicialmente, en la misma gráfica se observa mayor puntuación a las metodologías: medios humanos, y medios informáticos.

Adicionalmente, en los siguientes niveles, los expertos dieron las siguientes sugerencias:

- Todos los recursos son indispensables y se requieren, depende del nivel de complejidad y tamaño del proyecto que algunos recursos tendrán un mayor peso ponderado tanto en el presupuesto del proyecto como para la gestión del mismo.

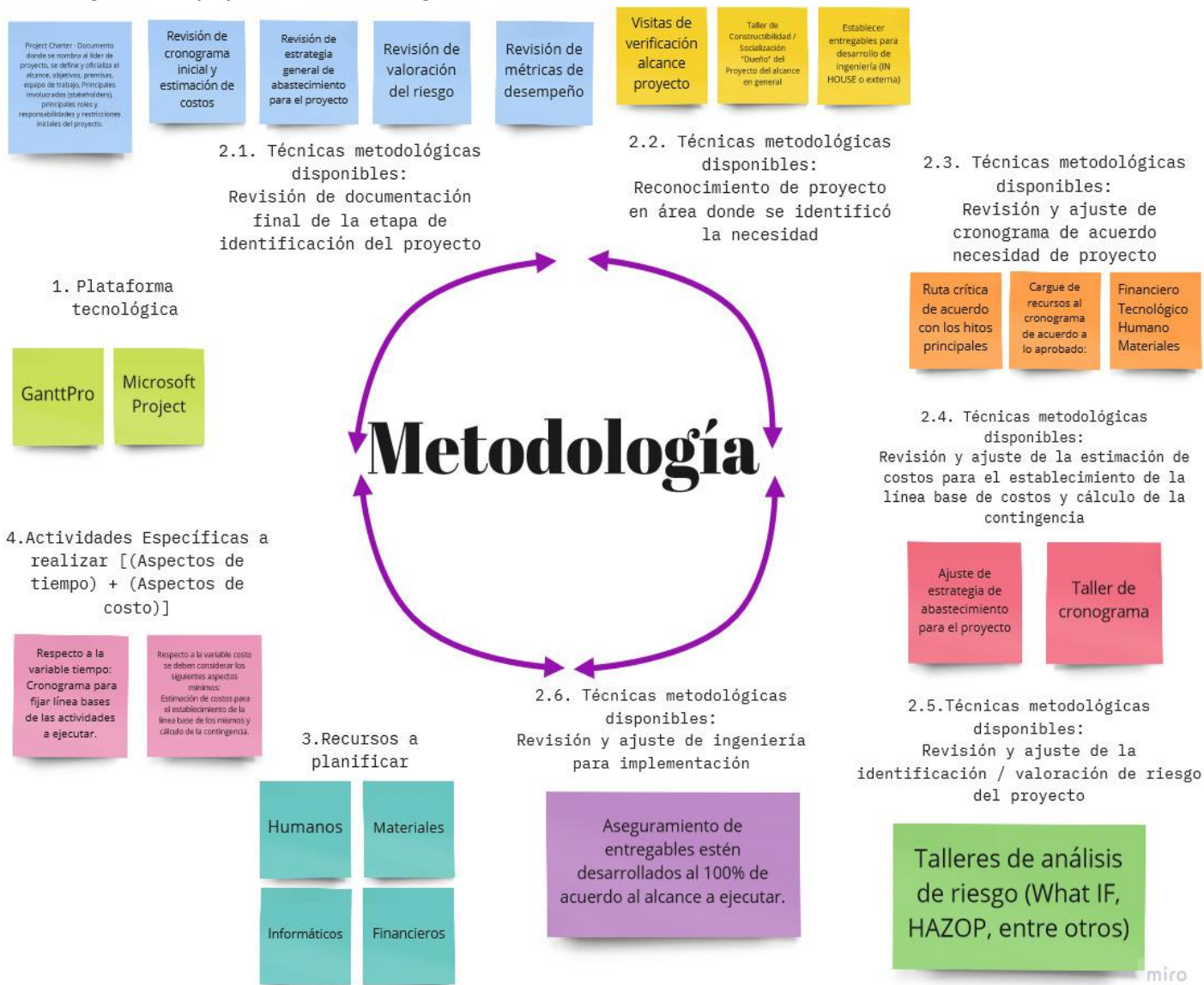
Figura 23.*Orden por puntuación de recursos*

De la figura 23, se obtiene el siguiente orden de importancia de los recursos, correspondiendo del mayor a menor a puntaje:

- Medios humanos.
- Medios informáticos.
- Medios materiales.
- Medios know how (saber – hacer).
- Medios procedimentales marco legal.
- Medios financieros.

Figura 24.

Diagrama de flujo de la metodología



Con los anteriores resultados y como producto del análisis de las autoras, se desarrolla una metodología de planeación de proyectos en costos y en tiempo, a partir de una herramienta tecnológica óptima para el sector de hidrocarburos expresada así:

$$Met(f) = APT + TMD + RecP + AErea(Adal + Atp + Acos + Arg)$$

Donde:

Met: Metodología

APT: Ayuda o plataforma tecnológica

TMD: Técnicas metodológicas disponibles

RecP: Recursos a planificar

AErea: Actividades Específicas a realizar

Adal: Actividades de alcance

Atp: Aspectos de tiempo

Acos: Aspectos de costo

Arg: Aspectos de riesgo

La metodología conlleva los siguientes aspectos:

1. Ayuda o plataforma tecnológica: Herramientas resultado de la investigación
 - GanttPro
 - Microsoft Project

Nota: Para el montaje de los proyectos se podría usar la más conveniente de acuerdo a las necesidades del mismo.

2. Técnicas metodológicas disponibles: Revisar y actualizar las tablas y gráficas
 - 2.1.Revisión de documentación final de la etapa de identificación del proyecto
 - Project Charter o plan de negocio - Documento donde se nombra al líder de proyecto, se define y oficializa el alcance, objetivos, premisas, equipo de trabajo, Principales involucrados (stakeholders), principales roles y responsabilidades y restricciones iniciales del proyecto.
 - Revisión de cronograma inicial y estimación de costos
 - Revisión de estrategia general de abastecimiento para el proyecto
 - Revisión de valoración del riesgo
 - Revisión de métricas de desempeño
 - 2.2.Reconocimiento de proyecto en área donde se identificó la necesidad
 - Visitas de verificación alcance proyecto
 - Taller de Constructibilidad / Socialización "Dueño" del Proyecto del alcance en general
 - Establecer entregables para desarrollo de ingeniería (IN HOUSE o externa)
 - 2.3.Revisión y ajuste de cronograma de acuerdo necesidad de proyecto
 - Ruta crítica de acuerdo con los hitos principales
 - Cargue de recursos al cronograma de acuerdo a lo aprobado
 - Financiero

- Tecnológico
 - Humano
 - Materiales
- 2.4.Revisión y ajuste de la estimación de costos para el establecimiento de la línea base de costos y cálculo de la contingencia
- o Ajuste de estrategia de abastecimiento para el proyecto
 - o Taller de cronograma
- 2.5.Revisión y ajuste de la identificación / valoración de riesgo del proyecto
- o Talleres de análisis de riesgo (What IF, HAZOP, entre otros)
- 2.6.Revisión y ajuste de ingeniería para implementación.
- o Aseguramiento de entregables estén desarrollados al 100% de acuerdo al alcance a ejecutar.
3. Recursos a planificar

Tipos de recursos a planificar. En la fase de planificación de proyectos en el sector de hidrocarburos, se debe evaluar la cuantía de los recursos disponibles para lograr los objetivos del proyecto, dentro de estos se deben considerar los siguientes medios:

- o Humanos.
 - o Materiales.
 - o Informáticos.
 - o Financieros.
4. Actividades Específicas a realizar [(Aspectos de tiempo) + (Aspectos de costo)]
- o Respecto a la variable tiempo:
 - Cronograma para fijar línea bases de las actividades a ejecutar.
 - o Respecto a la variable costo se deben considerar los siguientes aspectos mínimos:
 - Estimación de costos para el establecimiento de la línea base de los mismos y cálculo de la contingencia.

4.3. Realización de la prueba de usabilidad, para identificar las probabilidades de éxito en el uso de las herramientas tecnológicas encontradas.

Se tomaron como base, dos proyectos en fase de planeación, como son: Campaña Workover 2021 y Estandarización Sistema de Control. Estos proyectos fueron escogidos dentro de un pull de siete proyectos (ver anexo 9. Casos diferenciadores), porque cumplen con los criterios de selección, dado que el tipo de proyecto es de inversión en continuidad operativa (ICO), se tratan de actualización tecnológica y se realiza en ellos control de tiempo y costo.

Para la prueba se diligencian los cronogramas con ejecución física y costos en los programas Microsoft Project y GanttPro, obteniendo los siguientes resultados:

4.3.1. Microsoft Project

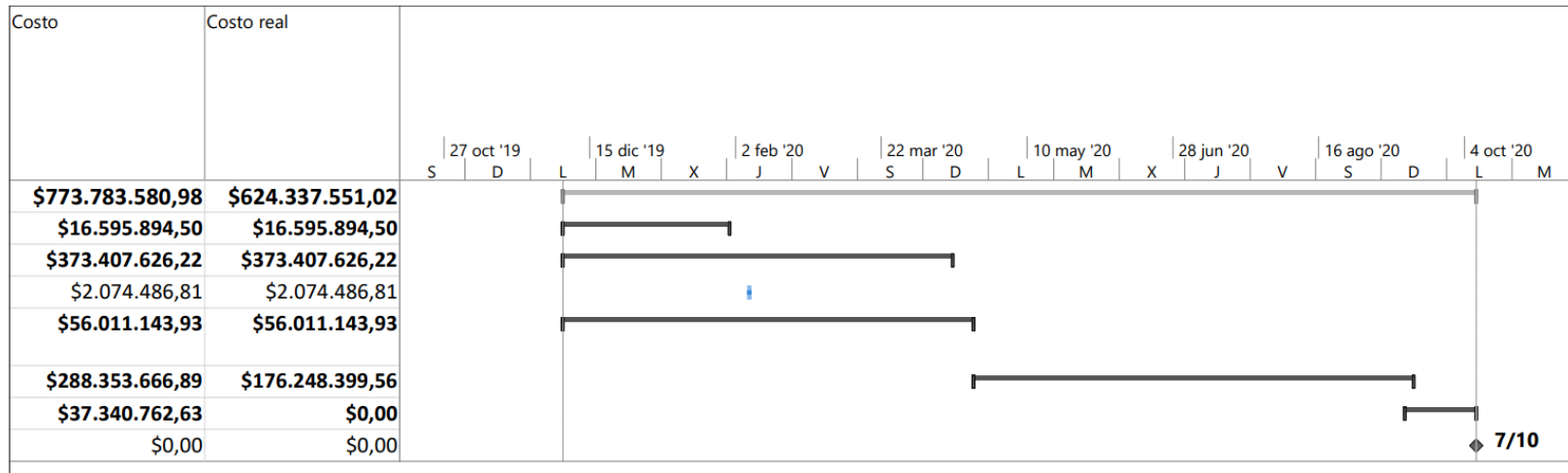
Para el uso del software es necesario instalar el programa en el computador. El aplicativo se puede bajar desde Google y para el caso de la prueba, se usó la versión Microsoft Project 2019.

Durante la implementación de los datos, se logra la visualización del cronograma de la siguiente manera:

Figura 25.

Cronograma en M. Project


















Id		Modo de tarea	Task Name	% compl	Duración	Trabajo	Comienzo	Fin	P	Nomb de los recurs
0			Migración_Integración Campo 1	81%	205 días	1.864 hrs	vie 6/12/19	mié 7/10/20		
1			Ordenes de compra	10...	37 días	0 hrs	vie 6/12/19	vie 31/01/20		
5			Compras	10...	87 días	0 hrs	vie 6/12/19	mar 14/04/20		
10			Reunión de Inicio KOM	10...	1 día	0 hrs	jue 6/02/20	jue 6/02/20	3	
11			FASE 1 - Integración de los sistemas de Control DeltaV de Monal y Satélite	10...	92 días	264 hrs	vie 6/12/19	mar 21/04/20		
32			FASE 2 - Migración Sistemas Honeywell de Monal y Satélite	61%	98 días	1.384 hrs	mié 22/04/20	mié 16/09/20		
79			Documentación	0%	18 días	216 hrs	lun 14/09/20	mié 7/10/20		
84			Finalización del Proyecto	0%	0 días	0 hrs	mié 7/10/20	mié 7/10/20	8	











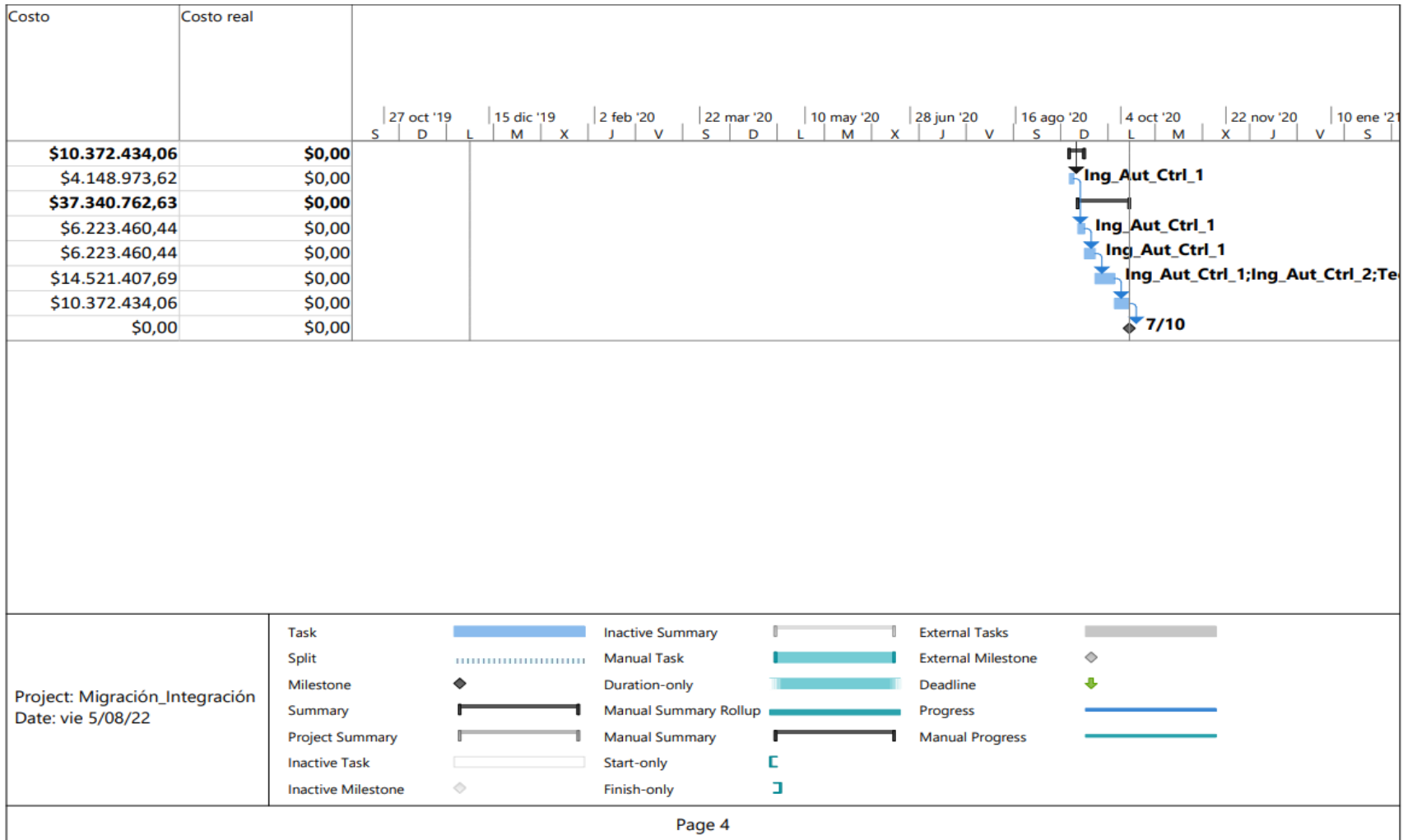
El programa da la opción de obtener la ruta crítica:

Figura 26.

Ruta crítica M. Project

Id	Modo de tarea	Task Name	% compl	Duración	Trabajo	Comienzo	Fin	P	Nomb de los recurs
0		Migración_Integración Campo 1	81%	205 días	1.864 hrs	vie 6/12/19	mié 7/10/20		
32		FASE 2 - Migración Sistemas Honeywell de Monal y Satélite	61%	98 días	1.384 hrs	mié 22/04/20	mié 16/09/20		
42		INGENIERÍA	57%	72 días	1.048 hrs	vie 22/05/20	mié 9/09/20		
43		MONAL	71%	47 días	536 hrs	vie 22/05/20	lun 3/08/20		
44		Configuración DeltaV	63%	47 días	440 hrs	vie 22/05/20	lun 3/08/20		
51		SAT	33%	12 días	96 hrs	vie 3/07/20	mar 21/07/20	5	Ing_A
52		Arranque - Charla a Operadores	0%	4 días	64 hrs	mié 22/07/20	lun 27/07/20	5	Ing_A
53		Acompañamiento - Firma de Protocolos	0%	5 días	40 hrs	mar 28/07/20	lun 3/08/20	5	Ing_A
59		SATÉLITE	42%	72 días	512 hrs	vie 22/05/20	mié 9/09/20		
60		Configuración DeltaV	42%	72 días	416 hrs	vie 22/05/20	mié 9/09/20		
65		Viaje a Sitio	0%	0 días	0 hrs	lun 3/08/20	lun 3/08/20	6	
66		Precomisionamiento señales - Desmonte de Equipos Honeywell y comisionamiento RIO	0%	4 días	64 hrs	mar 4/08/20	lun 10/08/20	6	Ing_A
67		SAT	0%	12 días	96 hrs	mar 11/08/20	jue 27/08/20	6	Ing_A
68		Arranque - Charla a Operadores	0%	4 días	64 hrs	vie 28/08/20	mié 2/09/20	6	Ing_A
69		Acompañamiento - Firma de Protocolos	0%	5 días	40 hrs	jue 3/09/20	mié 9/09/20	6	Ing_A
70		Modificación Gabinetes	42%	67 días	96 hrs	lun 1/06/20	mié 9/09/20		
74		Finalización Migración Honeywell a DeltaV SATÉLITE	0%	0 días	0 hrs	mié 9/09/20	mié 9/09/20	6	

Id	Modo de tarea	Task Name	% compl	Duración	Trabajo	Comienzo	Fin	P Nomb de los recurs
75		Capacitaciones	0%	5 días	40 hrs	jue 10/09/20	mié 16/09/20	
76		Preparación Curso - Maquinas Virtuales - Demo	0%	2 días	16 hrs	jue 10/09/20	vie 11/09/20	7 Ing_A
79		Documentación	0%	18 días	216 hrs	lun 14/09/20	mié 7/10/20	
80		Manual de operación	0%	3 días	24 hrs	lun 14/09/20	mié 16/09/20	7 Ing_A
81		Manual de mantenimiento	0%	3 días	24 hrs	jue 17/09/20	lun 21/09/20	8 Ing_A
82		Dossier	0%	7 días	168 hrs	mar 22/09/20	mié 30/09/20	8 Ing_A
83		Revisión por parte de ECP	0%	5 días	0 hrs	jue 1/10/20	mié 7/10/20	8
84		Finalización del Proyecto	0%	0 días	0 hrs	mié 7/10/20	mié 7/10/20	8



Adicionalmente, el programa genera la opción de dar un seguimiento a los flujos de caja y curva S del proyecto:

La herramienta Microsoft Project es un software que se debe instalar en un computador fijo en el que se ingresan y actualizan los datos de manera manual sin permitir la interacción entre usuarios, dado que no está en una plataforma online (nube) lo que impide trabajo entre equipos en línea, es decir, limita el trabajo colaborativo, la opción de mensajería y disposición instantánea de la información.

El Diagrama de Gantt al ser exportado en archivo compatibles bajo PDF, genera segmentación de las tareas cargadas e igualmente la gráfica de Gantt.

El programa permite enlazar las tareas del cronograma con los costos proyectados teniendo un control óptimo sobre los hitos relevantes evidenciados en el proyecto.

Adicionalmente permite ajuste de tiempos y costos para todas las actividades creadas para el seguimiento del proyecto, sin dejar el enfoque en la curva S inicial del proyecto. Por ende, esta herramienta permite hacer seguimiento durante las diferentes fases del avance del proyecto.

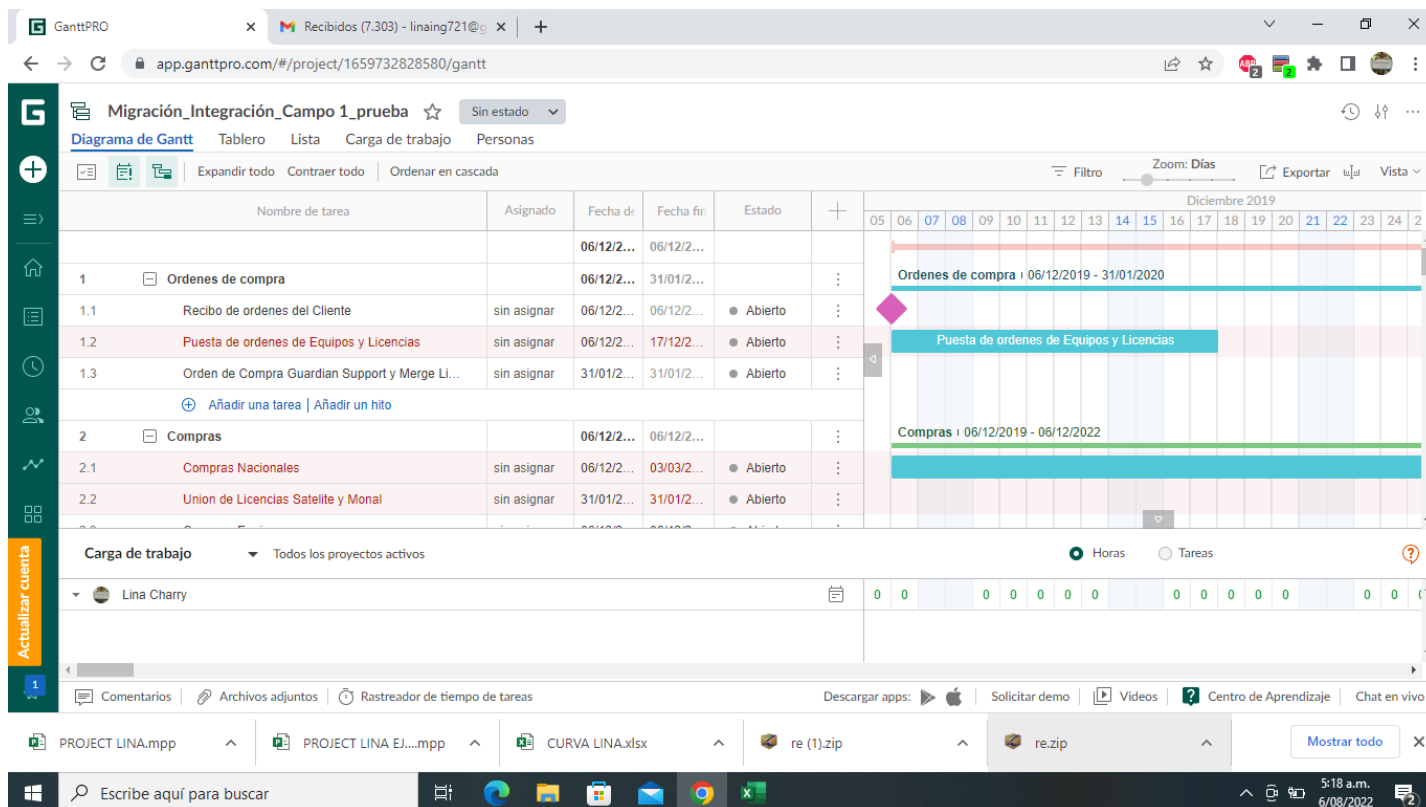
4.3.2. GanttPro

Para el uso del software no es necesario instalar el programa para poder ser usado en el computador, pues permite su uso en línea.

Durante la implementación de los datos, se logra la visualización del cronograma de la siguiente manera:

Figura 28.

Cronograma GanttPro



Admite la interacción entre usuarios, permitiendo que integrantes del equipo puedan observar e incluir tareas o hitos al cronograma. Tiene una disposición instantánea de la información en tiempo real, asignación gráfica de tareas para todos los integrantes del equipo, e igualmente, la opción de restringir modificación del mismo.

Una de las grandes ventajas, es la visualización de tareas y diagrama de Gantt, que se puede exportar en un solo archivo plano, en formato PDF.

Figura 29.
Visualizador de tareas

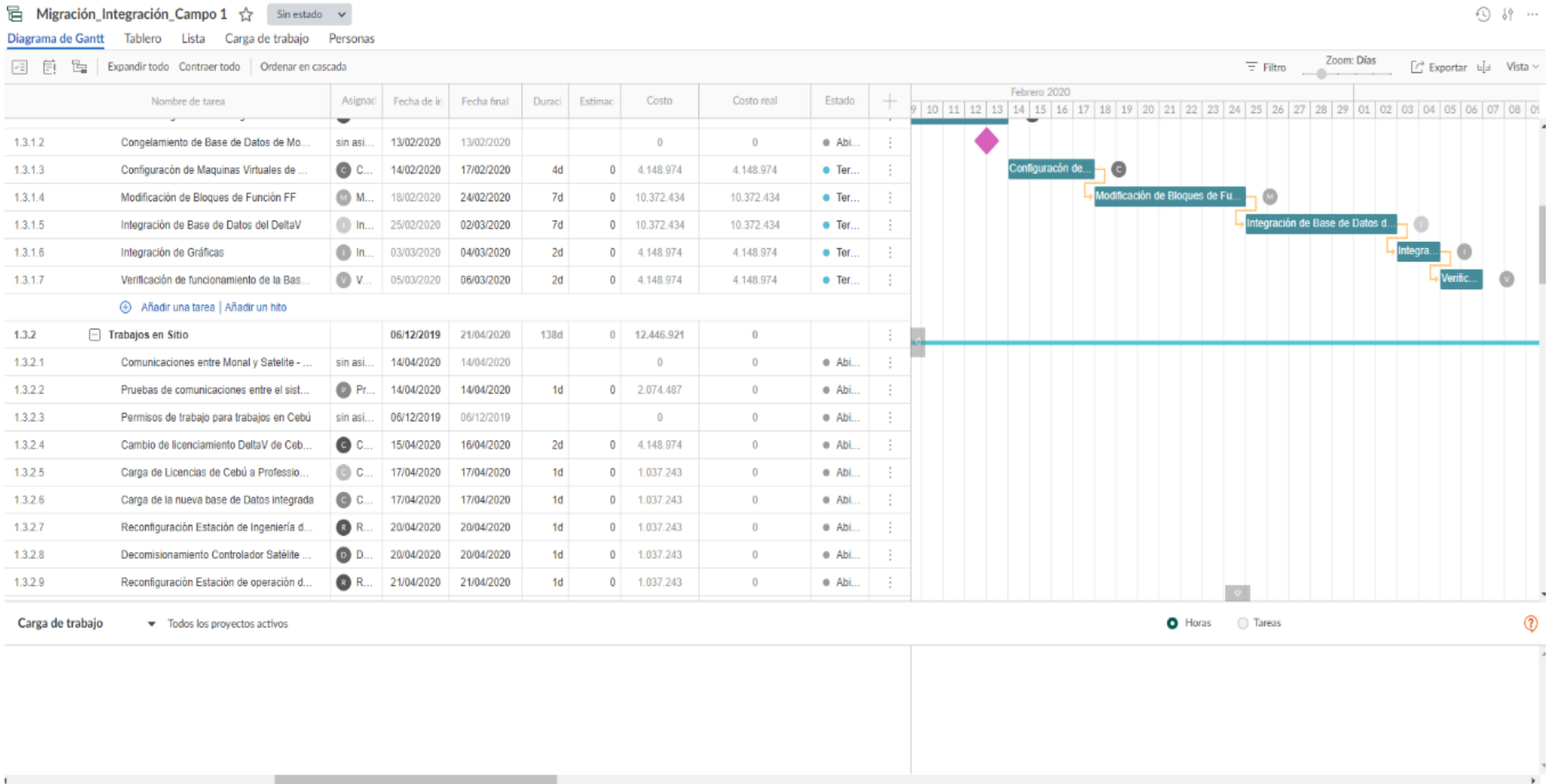
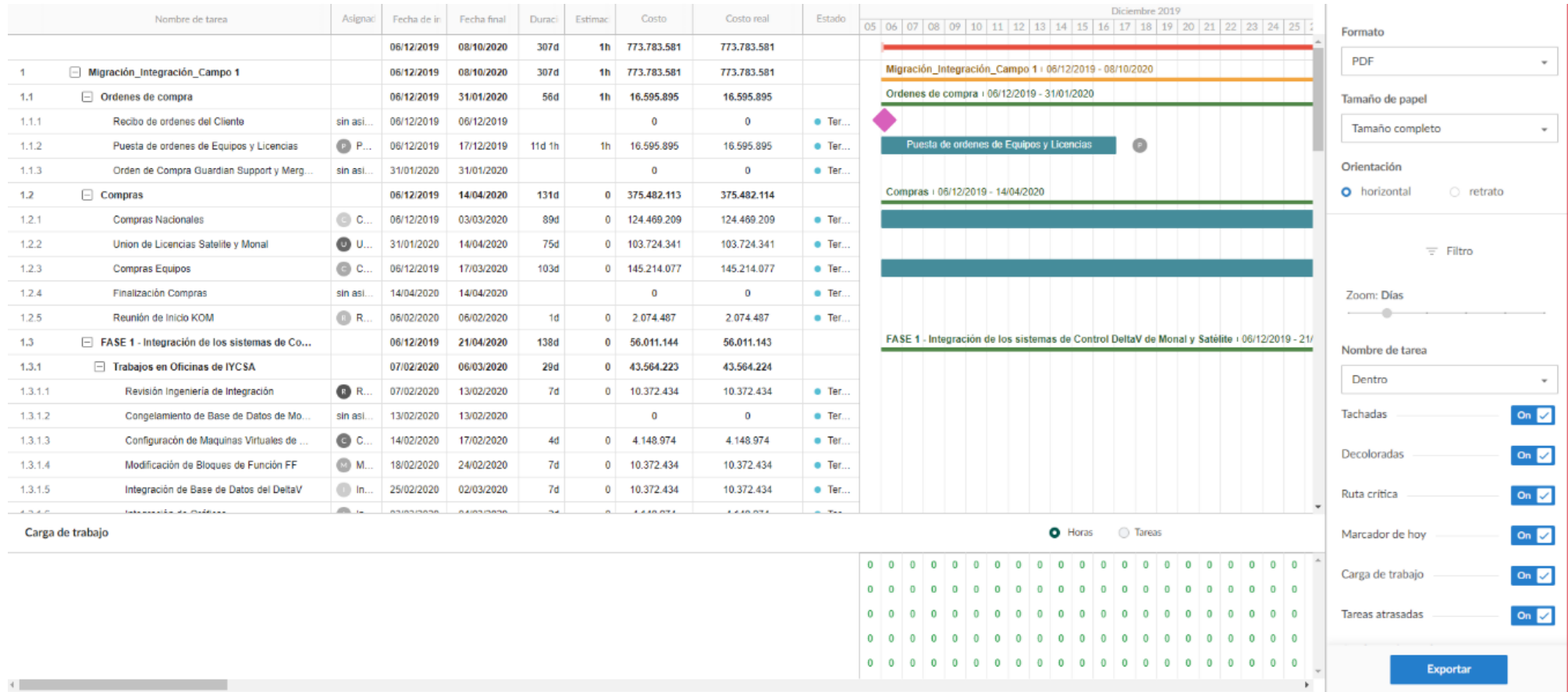


Figura 30.

Diagrama de Gantt - GanttPro



De la herramienta GanttPRO se deduce los siguiente:

Tabla 31.
Ventajas y desventajas de GanttPRO

Ventajas	Desventajas
<p>Visualización de la línea de tiempo del proyecto con detalles críticos como tareas, fechas, personas asignadas, entre otros lo que facilita la comprensión de todo el proyecto.</p>	<p>Alta complejidad para proyectos que no se pueden controlar en tiempo y costo (alta incertidumbre) ante lo cual se recomienda que sean varias personas las que se encarguen de su administración.</p>
<p>Permite dividir grandes proyectos en subtareas para facilitar la gestión, ayudando a organizar las ideas. Cuando los objetivos y las acciones se dividen en segmentos más pequeños resultan más accesibles, más fáciles de alcanzar y a la vez, se ve más clara su posible complejidad.</p>	<p>Resulta difícil de presentar en una sola hoja de papel, dado que se visualiza en un solo plano. Generalmente, los diagramas realizados por ordenador están diseñados para ser visualizados en pantalla, divididos en segmentos que se unen para ver el proyecto al completo. Para imprimir el gráfico en papel, se deberá hacer por partes para, después, unirlos entre sí. Si se quiere exponer el diagrama en un lugar visible a todos y mantenerlo actualizado, este hecho puede ser un auténtico inconveniente por la carga de trabajo que conlleva.</p>
<p>Seguir el progreso para tener una comprensión completa de cómo se está desarrollando el proyecto, es decir, si se presentan atrasos o si se desarrolla según lo planeado. Contribuye a establecer plazos realistas. Las barras del gráfico indican en qué período se completará una tarea o un conjunto de tareas. Permite tomar una perspectiva temporal adecuada y es útil para la consecución a tiempo de los objetivos fijados.</p>	<p>Gestión del riesgo es deficiente o nula dado que no permite un seguimiento y control del riesgo, por lo que, al enfrentar una situación de crisis sin plan de contingencia, llevaría cualquier propósito a la ruina.</p>
<p>Controlar las fechas y plazos a través de tareas minuciosas lo cual hace que el proyecto vaya cumpliendo con cada hito planteado.</p>	
<p>Crear dependencias entre tareas permite que el proyecto se cumpla al 100%</p>	

sin tener vacíos, cumpliendo la ruta crítica establecida.

Gestionar equipos y recursos permite realizar seguimiento del rendimiento del proyecto evitando la sobrecarga de recursos. Al estar todos los requisitos estructurados, es mucho más fácil para los equipos trabajar en las tareas de las que son responsables.

Se precisa una actualización constante. Durante el desarrollo de un proyecto, las condiciones y situaciones van variando en relación a la proyección inicial. Si se emplea un diagrama de Gantt, es necesario poder modificarlo fácilmente y con frecuencia. Si no se hace así, no resultará útil. En este punto, las herramientas tecnológicas son de gran ayuda, sobre todo para directores de proyecto con menos experiencia.

Conclusiones

Al hacer un inventario de las herramientas tecnológicas basadas en el cuadrante de Gartner y disponibles para la planeación de proyectos en costos y tiempos, que se aplican al sector hidrocarburos, se encontraron 11 herramientas, identificando como las más optimas y disponible GanttPRO y Microsoft Project siendo la más conocida y usada en la industria.

De las metodologías encontradas durante la investigación en el estado del arte y analizadas de acuerdo a las matrices realizadas (ver anexo 2. Matriz Caract. metodológicas) para evaluarlas con criterios que aplican en la etapa de planeación, enfocadas en tiempo y costo, las más optimas son Diagrama causa – efecto, estilo espina de pescado, Agile y Guía PMBOK® del Project Management Institute (PMI).

Tomando como referencia las metodologías y las herramientas tecnológicas encontradas se realiza un análisis minucioso de acuerdo a lo factores para una buena planificación y tomando como referencia el panel expertos aplicado a profesionales que trabajan en gestión de proyectos, se desarrolló la metodología que incluye factores claves como la plataforma tecnológica, las técnicas metodológicas disponibles, los recursos a planificar y las actividades específicas a realizar, haciendo énfasis en las actividades de alcance del proyecto, el tiempo y los costos, resultando una combinación expresada así:

$$Met(f) = APT + TMD + RecP + AErea(Adal + Atp + Acos + Arg)$$

Donde:

Met: Metodología se presenta como la sumatoria de los factores más importantes para la gestión de proyectos en tiempo y costos, como son:

APT: Ayuda o plataforma tecnológica

TMD: Técnicas metodológicas disponibles

RecP: Recursos a planificar

AErea: Actividades Específicas a realizar

Adal: Actividades de alcance

Atp: Aspectos de tiempo

Acos: Aspectos de costo

Arg: Aspectos de riesgo

Esta metodología permite que la planeación de proyectos tenga un énfasis primordial en la correcta gestión de costos y tiempos previstos de ejecución, enfocados al sector de hidrocarburos.

Para realizar las pruebas de nivel de desempeño y usabilidad de las herramientas tecnológicas, se escogieron Microsoft Project y GanttPRO, dado que, como se evidenció en el panel de expertos, éstas son las más conocidas y con mayor facilidad de acceso que las demás. Con esta prueba se pudo evidenciar que las probabilidades de éxito en términos de eficiencia y precisión, se dan con la conjugación de las dos herramientas, dado que Microsoft Project ofrece mayor soporte en la ruta crítica y riesgos, mientras que GanttPRO ofrece un excelente aplicativo para el manejo de recursos y tiempo, con la posibilidad de un trabajo en equipo, de manera que todos los miembros puedan no solo visualizar la ejecución, también pueden hacer aportes y actualizaciones, de manera que la información siempre sea en tiempo real.

Recomendaciones.

Se recomienda para una próxima investigación, amplíen este tipo de estudios a otros subsectores de la cadena productiva o de valor de hidrocarburos, que se realicen estudios de sensibilidad para proyectos de diferentes tamaños.

Se sugiere, como una segunda etapa de esta investigación, tomar las segundas herramientas más óptimas, Asana y Primavera, que se descartaron debido a que, la primera, aunque ofrece una versión gratuita muy completa pero falta mayor manejo en proyectos; la segunda, es una plataforma de Oracle, que no es gratuita ni es tan manejable por el peso de su aplicativo, además solo ofrece la funcionalidad de gestión de proyectos. Por lo que se escogieron: GanttPRO que es 100% virtual y Microsoft Project es la más usada en la industria como aplicación local.

De las pruebas de usabilidad se pudo concluir que las dos herramientas escogidas, tienen sus fortalezas y desventajas, dependiendo de la naturaleza y tamaño del proyecto, por lo que se recomienda el uso de estas plataformas de manera combinada, idealmente o hacer una selección individualizada por proyecto y no optar por una sola como herramienta general para todos.

También se recomienda consultar el cuadrante de Gartner dependiendo del año en que se quiera realizar la investigación y/o uso de las herramientas tecnológicas que surjan en el mercado y/o mejoras y actualizaciones de las existentes.

Bibliografía

- Albayrak, G. y Özdemir, İ. (2017). Multimodal optimization for time-cost trade-off in construction projects using a novel hybrid method based on FA and PSO. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2018000200304&lang=es
- Alfaro, S. y Carranza, D. (2014). Modelo para el monitoreo y control de proyectos en el sector de hidrocarburos, un caso aplicado. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/1747>
- Agencia Nacional de Hidrocarburos. (2018). Agencia Nacional de hidrocarburos. Obtenido de Cifras y Estadísticas: <https://www.anh.gov.co/es/operaciones-y-regal%C3%ADas/sistemas-integrados-operaciones/estad%C3%ADsticas-de-producci%C3%B3n/>
- Astraps. (2020). Tipos de herramientas tecnológicas. <https://www.astraps.com/articulo/1389/tipos-de-herramientas-tecnologicas/>
- Carmona, S. y Díaz, C. (2011). Diseño de una metodología para la gestión de proyectos de inversión en el ITM, basada en el Project Management Institute–PMI. <https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/52/Dise%C3%B1o%20de%20una%20metodolog%C3%ADa%20para%20la%20gesti%C3%B3n%20de%20proyectos%20de%20inversi%C3%B3n%20en%20el%20ITM,%20basada%20en%20el%20Project%20Management%20Institute%E2%80%93PMI.pdf?seq>
- Carro, R. y Daniel, G. (2015). Administración de las Operaciones: Actividades para el aprendizaje. Editorial Universidad Nacional Mar del Plata, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales.
- Chamoun, Y. (2002). Administración profesional de proyectos. México: McGrawHill.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social - CONPES. (2021). Política para la Reactivación, la Repotenciación y el Crecimiento Sostenible e Incluyente: Nuevo Compromiso por el Futuro de Colombia. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4023.pdf>
- De Montes, M., Gimena, F. y Díez-Silva, M. (2013). Estándares y metodologías: Instrumentos esenciales para la aplicación de la dirección de proyectos. <https://revistas.unbosque.edu.co/index.php/RevTec/article/view/757>
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Pacto por Colombia, pacto por la equidad. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Resumen-PND2018-2022-final.pdf>
- Duncan, P. (2012). Breve historia sobre la administración de proyectos. http://www.liderdeproyecto.com/manual/breve_historia_sobre_la_administracion_de_proyectos.html
- EITI Colombia. (2016). Iniciativa para la Transparencia de las Industrias Extractivas. Sector hidrocarburos. <http://www.eiticolombia.gov.co/es/informes-eiti/informe-2016/marco-institucional/sector-hidrocarburos/>
- Englund, R. (1999). Administración de proyectos exitosos. México: Pearson Educación.

- Fuente, R. (2016). Método del Valor Ganado (EVM): aplicación en la gestión de proyectos de edificación en España. <https://abacus.universidadeuropea.es/handle/11268/5075>
- Gartner. (2021). Your Guide to Top Project Management Software. <https://www.softwareadvice.com/project-management/#top-products>
- Hernández, R. (2014). Metodología de la investigación sexta edición. México DF: McGraw Hill / Interamericana editores, SA de C.V.
- Hintelholher, A., & Marissa, R. (2013). Identidad y diferenciación entre Método y Metodología. Estudios Políticos, vol. 9, núm. 28, enero-abril, 2013, 81-103. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426439549004>
- López, M. (2011). Diseño de una metodología de análisis de decisión para la cuantificación de las reservas de contingencia de tiempo y costo para la planeación y control en proyectos de construcción de obras de infraestructura. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/11542/u608070.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- OBS. (2021). Cinco pasos clave para establecer una metodología de gestión de proyectos. <https://www.obsbusiness.school/blog/cinco-pasos-clave-para-establecer-una-metodologia-de-gestion-por-proyectos>
- Organización de las Naciones Unidas. (2018). ODS en Colombia: Los retos para 2030. https://www.undp.org/content/dam/colombia/docs/ODS/undp_co_PUBL_julio_ODS_en_Colombia_los_retos_para_2030_UNU.pdf
- Orozco, J. (2018). Estructuración de un programa de proyectos para la integración de herramientas de gestión derivado de una operación de adquisición empresarial. Estructuración de un programa de proyectos para la integración de herramientas de gestión derivado de una operación de adquisición empresarial
- Ortegón, E., Pacheco, J., & Prieto, A. (2005). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. Manuales Cepal No. 42, 3-142.
- Pérez, M. (2018). Modelo para la Gestión del Tiempo basado en la Guía PMBOK® en proyectos de Tecnologías de Información y Comunicaciones caso de estudio: Industria del petróleo en Colombia. Revista Espacios No. 24 Febrero 2018 Colombia, 1-14. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n24/a18v39n24p01.pdf>
- Plazas, H. (2017). Diseño de Procesos. Editorial Fundación Universitaria del Área Andina, 1-70.
- Alfaro, S., & Carranza, D. (2014). Modelo para el monitoreo y control de proyectos en el sector de hidrocarburos, un caso aplicado. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/1747>
- Astraps. (2020). Tipos de herramientas tecnológicas. <https://www.astraps.com/articulo/1389/tipos-de-herramientas-tecnologicas/>
- De Montes, M., Gimena, F., & Díez-Silva, M. (2013). Estándares y metodologías: Instrumentos esenciales para la aplicación de la dirección de proyectos. <https://revistas.unbosque.edu.co/index.php/RevTec/article/view/757>

- Hintelholher, A., & Marissa, R. (2013). Identidad y diferenciación entre Método y Metodología. *Estudios Políticos*, vol. 9, núm. 28, enero-abril, 2013, 81-103.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426439549004>
- López, M. (2011). Diseño de una metodología de análisis de decisión para la cuantificación de las reservas de contingencia de tiempo y costo para la planeación y control en proyectos de construcción de obras de infraestructura.
<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/11542/u608070.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- OBS. (2021). Cinco pasos clave para establecer una metodología de gestión de proyectos. Obtenido de <https://www.obsbusiness.school/blog/cinco-pasos-clave-para-establecer-una-metodologia-de-gestion-por-proyectos>
- ODS. (2018). ODS en Colombia: Los retos para 2030.
https://www.undp.org/content/dam/colombia/docs/ODS/undp_co_PUBL_julio_ODS_en_Colombia_los_retos_para_2030_ONU.pdf
- ONU. (2018). ODS en Colombia: Los retos para 2030.
https://www.undp.org/content/dam/colombia/docs/ODS/undp_co_PUBL_julio_ODS_en_Colombia_los_retos_para_2030_ONU.pdf
- Orozco, J. (2018). Estructuración de un programa de proyectos para la integración de herramientas de gestión derivado de una operación de adquisición empresarial.
- Ortegon, E., Pacheco, J., & Prieto, A. (2005). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. Manuales Cepal No. 42, 3-142.
- PMI. (2017). *PMBOK: A guide to the Project Management Body of Knowledge, Sixth Edition*. Pennsylvania: GlobalStandard PMI.
- Porrás-Jiménez, J.A. y Méndez, R. (2017). Reflexiones de agenda pública para mejorar la gestión de proyectos que contribuyan al desarrollo regional. *Gestión Proyectos y Desarrollo*. Editores. Universidad Surcolombiana. Maestría en Gerencia Integral de Proyectos.
- Porrás-Jiménez, J.A. (2017). La región: concepciones, tipologías y su gestión desde los proyectos. Pg. 11-25. En: *Reflexiones de agenda pública para mejorar la gestión de proyectos que contribuyan al desarrollo regional. Gestión Proyectos y Desarrollo*. Universidad Surcolombiana. Colección Agenda Pública. Maestría en Gerencia Integral de Proyectos.
- Porrás-Jiménez, J.A. (2017). La región: un escenario interesante y complejo para los proyectos y su gestión. Pg. 9-19. En: *Aproximaciones temático-reflexiones para la gestión de proyectos desde el desarrollo regional. Gestión Proyectos y Desarrollo*. Universidad Surcolombiana. Colección Agenda Pública. Maestría en Gerencia Integral de Proyectos.
https://biblioteca.usco.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=44724&shelfbrowse_itemnumber=70559.
- Porrás-Jiménez, J.A. (2017). *Aproximaciones temático-reflexivas desde la gestión de proyectos para el desarrollo regional. Gestión Proyectos y Desarrollo*. Editor. Universidad Surcolombiana. Maestría en Gerencia Integral de Proyectos. Oti Impresos. Pgs. 116.

- Porras-Jimenez, J.A. (2020). Tendencias recientes en la investigación en gestión de proyectos. Pg. 249-264. En: Universidad Libre investigación interdisciplinar y gestión educativa II. Centro de Investigaciones, Facultad de ciencias Económicas, Administrativas y Contables. Bogotá 2019. Tomo 10. Editorial Redipe. Pgs 295.
<https://redipe.org/editorial/universidad-libre-investigacion-interdisciplinar-y-gestion-educativa-ii/>
- Project Management Institute. (2013a). Pulse of the Profession: The Essential Role of Communications. <http://www.pmi.org/Knowledge-Center.aspx>
- Project Management Institute. (2013b). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide) (5 th Ed). Newtown Square: Project Management Institute.
- Project Management Institute. (2016). Avanza Project Success.
<https://www.avanzaproyectos.com>
- Project Management Institute. (2017). PMBOK: A guide to the Project Management Body of Knowledge, Sixth Edition. Pennsylvania: GlobalStandard PMI.
- RAE. (2021). RAE. <https://dle.rae.es/metodolog%C3%ADa>
- Ramos, C. (2010). Aplicación de conceptos de gestión de proyectos y gestión de riesgo en el desarrollo de productos nuevos en el campo de tecnología de información.
- Redondo, E. (2011). Una propuesta de mejora. La planificación y control de proyectos en la industria de aviones militares. <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:CiencEcoEmp-Eredondo/Documento.pdf>
- Soto, B. (2017). Análisis comparativo de las herramientas software para gestión de proyectos y programas. <https://riunet.upv.es/handle/10251/90695>
- Urgilés, P. (2019). Metodología para el seguimiento y control de proyectos complejos de construcción. Aplicación en el sector hidroenergético. http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:ED-Pg-TecInd-Pturgiles/URGILES_BUESTAN__Paul_Teodoro_Tesis.pdf
- Uribe, V. (2014). Técnicas y herramientas para la gestión de las comunicaciones en equipos virtuales durante la ejecución de proyectos globales.
<https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/5434>
- Viloria, S. (2019). Diseño de una metodología para la gestión de proyectos de TI en el MINTIC. https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/001/1885/1/ABCBA-spa-2019-Dise%C3%B1o_de_una_metodologia_para_la_gestion_de_proyectos_de_TI_en_el_MinTIC

Anexos.

Anexo 1. Matriz caracterización de herramientas tecnológicas

Ítem	Herramientas	Versión	Propietario	Año	Costo Uso de la herramienta			Proveedor	Nivel de dependencia tecnológica	Tiempo de acceso	Compatibilidad con otras Apps	Manejo de estándares	Características										Tipo de comunicación	Puntaje	Cumplimiento
					Verificación gratuita	Prueba gratuita	Precio inicial [USD]/Mes						Planificación, programación y seguimiento de tareas	Gestión del presupuesto	Análisis de rendimiento	Gestión del riesgo	Indicadores de tiempo	Indicadores de coste	Generación de reportes (Dashboard)	Generación de la EDTa partir de la definición de actividades					
1	WorkOtter	1	WorkOtter	2021	X	X	35	GET APP	ME DIA	CE RR A D O	AL T A	AL T A	X	X	X	X	X	X	X	X	SIN CR ON A	8 2	CU MP LE		
2	Claritas k	1	Claritas k	20	X	X	35	GET APP	BAJ A	AB IE	BAJ A	AL T A	X				X		X	SIN CR	5 2	NO CU			

				19						RT O									ON A	MP LE			
3	Nifty	4.8	Nifty Technologies, Inc.	2021	X		49	Nifty Technologies, Inc. Google play	ME DIA	AB IE RT O	ALT A	AL TA	X				x		x	X	SIN CR ON A	64	NO CU MP LE
4	GanttPRO	2.8 .11	GanttPRO	2021		X	9	GET APP	ME DIA	CE RR A D O	ALT A	AL TA	X	X	X	X	X	X	X	X	SIN CR ON A	90	CU MP LE
5	Workzone	3.7 .946	Workzone	2021		X	20	GET APP	ME DIA	CE RR A D O	BAJ A	M ED IO	X				X	-	X		SIN CR ON A	49	NO CU MP LE
6	Agiled	1.1 .0	ZTABS LLC	2021	X	X	ND	Google play, App Store	ME DIA	AB IE RT O	ME DIA	M ED IA	X	-	-	-	X	-	X	X	SIN CR ON A	64	NO CU MP LE
7	Beebusy	11 1.5	Beebusy	2021	X	-	9,99	OS B Software	ME DIA	AB IE RT O	ALT A	AL TA	X	-	X	X	X	-	X	X	SIN CR ON A	78	CU MP LE
8	Samepage	22 0.2 10.719	Samepage Inc	2021	X	X	7,50	Google play, App Store	ME DIA	AB IE RT O	ALT A	AL TA	X	X	X	-	X	X	X	-	SIN CR ON A	86	CU MP LE

Anexo 2. Matriz caracterización de metodologías

Items	Nombre de la Metodología	Estándar	Planeación						Puntuación	Cumplimiento
			Creación de Plan de trabajo del proyecto (PDT)	Estimación de costos para establecer línea base costo / tiempo	Cálculo de contingencia	Realización evaluación económica y financiera	Realización de Plan de control / construcción / riesgos del proyecto	Establecimiento de rutas críticas de trabajo a través de EDT -WBS		
1	Diagrama causa-efecto, estilo espina pescado	PMI	X	X	X	-	X	X	87,5	CUMPLE
2	Valor Ganado: EVM	PMI	-	-	-	-	-	X	12,5	NO CUMPLE
3	La metodología propuesta en la tesis, CTCR (Costo, Tiempo, Criticidad y Riesgos)	PMI	-	-	-	-	-	X	12,5	NO CUMPLE
4	Técnica PERT (Técnica de Evaluación y Revisión de Programas)	Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de Guerra del Departamento de Defensa USA	X	X	-	-	-	X	62,5	NO CUMPLE
5	DOFA, es el acrónimo para describir las Fortalezas, Debilidades, Oportunidad	PMI	-	-	-	X	-	-	12,5	NO CUMPLE

	es y Amenazas									
6	Algoritmo híbridos basados en diagrama de flujo	PMI	-	X	-	-	-	-	25	NO CUMPLE
X	100	Puntaje asignado:	25	25	12,5	12,5	12,5	12,5	>75 "CUMPL E"	
			X	X	X	X	X	X	100	
			50%		50%					
			25%	25%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%		
		Pesos	100%	100%	50%	50%	50%	50%		
			25	25	6,25	6,25	6,25	6,25		

Anexo 3. Formulario Panel de expertos



Protocolo de Panel de Expertos

“Diseño de una metodología de planeación de proyectos en costos y en tiempo previsto de ejecución a partir de una herramienta tecnológica para el sector de hidrocarburos”

Contexto de Panel Expertos

Existe un bajo nivel de uso de herramientas tecnológicas en las metodologías aplicadas al cumplimiento en la fase de ejecución de proyectos del sector hidrocarburos frente a la planeación de los componentes de costos y tiempos previstos, por tanto se está desarrollando la investigación “Diseño de una metodología de planeación de proyectos en costos y en tiempo previsto de ejecución a partir de una herramienta tecnológica óptima para el sector de hidrocarburos”, tesis de la Maestría en Gerencia Integral de Proyectos de la Universidad Surcolombiana (MGIP, USCO).

Objetivo: Realizar un diagnóstico participativo con expertos alrededor de las características a considerar en el diseño de una metodología de planeación de proyectos en costos y en tiempo previsto de ejecución para el sector hidrocarburos, considerando una herramienta tecnológica disponible, y, a partir de un proceso de sistematización y análisis previo realizado por las investigadoras.

1. Datos

Fecha: 26 de febrero del 2022	Lugar: Plataforma virtual
Hora: 8:00 a.m.	Duración: 2 horas

2. Participantes

No.	Nombre y apellido	Cargo	Empresa/Universidad
1	Hamilton Giraldo Bahamon	Profesional de Proyectos A	Ecopetrol
2	Alex Cuellar Díaz	Apoyo Maduración de Proyectos	ETSA
3	Oscar Arnulfo Araújo Polanía	Profesional de Seguimiento Y Control de Proyectos	Ingecontrol S.A.
4	Jaime Augusto Porras Jiménez	Director de Tesis	Universidad Surcolombiana
5	Francy Elena Garces Ortigoza	Moderadora	Maestrante MGIP USCO
6	Lina María Charry Roa	Compiladora	Maestrante MGIP USCO

3. Resumen

La propuesta de investigación busca diseñar la metodología de planeación de proyectos en costos y en tiempo previsto de ejecución, a partir de una herramienta tecnológica óptima disponible para el sector hidrocarburos.

La primera etapa partió en revisión de inventario y clasificación de herramientas tecnológicas disponibles, mapa de versatilidad de variables o categorías según herramienta tecnológica disponible (matriz uno), y como entregable la matriz de análisis de herramientas tecnológicas disponibles (manejo del tiempo y costo).

La segunda etapa consistió en inventario y clasificación de metodologías existentes para la planeación de proyectos, identificación de las principales metodologías con mayor nivel de confiabilidad para aplicar en la fase de ejecución en el sector; y en el panel de expertos se espera recolectar los datos para diseñar la metodología.

El procesamiento de la información y el análisis de los resultados, constituyen la finalización de la segunda etapa.

Finalmente se generarán las conclusiones y recomendaciones.

4. Componentes del Protocolo

A. Participantes y perfil del panel de expertos

Por medio del panel de expertos, se tomará información donde se realizará tabulación y análisis, de acuerdo a la información obtenida de las visitas personales, comunicaciones telefónicas y/o intercambio de comunicaciones vía e-mail. Los perfiles a tener en cuenta:

Tipo	Perfil	Requisitos
A	Técnico en evaluación de proyectos.	Experiencia empírica de 8 años o certificada con 4 años en evaluación de proyectos.
B	Funcionario técnico de una institución relacionado con la planeación y formulación de proyectos.	Experiencia certificada con 4 años en maduración, planeación y formulación de proyectos.
C	Ingenieros expertos en formulación y seguimiento a proyectos del sector hidrocarburos.	Experiencia certificada con 10 años en maduración, planeación, formulación de proyectos y seguimiento en el sector hidrocarburos.

B. Preguntas orientadoras

De acuerdo al estado del arte y el marco teórico de la investigación, lo mismo que a la ejecución del objetivo uno (1) de la investigación, se han elaborado varias preguntas alineadas con los propósitos de la misma.

1. Respecto a la tabla que se presenta a continuación, en su concepto:

1.1 ¿Considera que en el listado falta alguna (s) herramienta (s) tecnológica (s) relevante a incluir y que permita elevar el nivel de cumplimiento respecto a las variables tiempo y costo en la planeación de proyectos del sector hidrocarburos? ¿Cuál (es)? (Por favor, incorpore en el o los renglones adicionales de la tabla con su respectiva observación).

1.2 ¿Considera pertinente plantear alguna observación muy relevante respecto al inventario consolidado totalmente? (Por favor sea concreto en la casilla de la 3ª columna según corresponda).

1.3 En orden de importancia ¿cuáles serían las cinco herramientas tecnológicas que considera más óptimas para la planeación de proyectos en tiempo y costos? (Por favor, asigne cinco puntos a la más óptima y siga la asignación de puntaje de manera descendente en la 1ª columna según corresponda).

Orden de importancia	Nombre de la Herramienta Tecnológica	Observación ¹
	WorkOtter	
	Claritask	
	Nifty	
	GanttPRO	
	Workzone	
	Agiled	
	Beesbusy	
	Samepage	
	Stackby	
	Proyecto.co	
	Microsoft Project	

2. Respecto a la tabla que se presenta a continuación, en su concepto:

2.1 ¿Considera que en el listado falta algún factor de análisis adicional a los 14 tomados para encontrar la herramienta tecnológica óptima? ¿Cuál (es)? (Por favor incorpore en el o los renglones adicionales de la tabla con su respectiva observación).

¹ Celda opcional a responder si el experto considera relevante incluir alguna observación respecto a alguna de las herramientas tecnológicas.

2.2 ¿Considera pertinente plantear alguna observación muy relevante respecto a los factores consolidados? (Por favor, sea concreto en la casilla de la 2ª columna según corresponda).

2.3 En orden de importancia ¿cuáles serían los siete factores de análisis que considera más importantes para encontrar la herramienta tecnológica óptima pretendida? (Por favor, asigne siete puntos al factor más importante y siga la asignación de puntaje de manera descendente en la 1ª columna según corresponda).

Orden de importancia	Nombre de la Herramienta Tecnológica	Observación ²
	Planificación, programación y seguimiento de tareas	
	Gestión del presupuesto	
	Análisis de rendimiento	
	Gestión del riesgo	
	Indicadores de tiempo	
	Indicadores de coste	
	Generación de reportes (Dashboard)	
	Generación de la EDT a partir de la definición de actividades	
	Tipo de comunicación	
	Orientación del proyecto	
	Sector al que se enfoca	
	Fase del proyecto tratado	
	Variables a manejar	
	Tipos de Costos	

² Celda opcional a responder si el experto considera relevante incluir alguna observación respecto a alguna de las herramientas tecnológicas.

Orden de importancia	Nombre de la Herramienta Tecnológica	Observación ²

3. Conforme al estado del arte de trece (13) autores, en la siguiente lista se encuentran los factores más relevantes para una buena planificación:

3.1 ¿Considera que en el listado falta algún factor de análisis adicional a los 19 tomados para una buena planificación? ¿Cuál (es)? (Por favor incorpore en el o los renglones adicionales de la tabla con su respectiva observación).

3.2 ¿Considera pertinente plantear alguna observación muy relevante respecto a los factores consolidados? (Por favor, sea concreto en la casilla de la 3ª columna según corresponda).

3.3 En orden de importancia ¿cuáles serían los siete factores de análisis que considera más importantes para una buena planificación? (Por favor, asigne siete puntos al factor más importante y siga la asignación de puntaje de manera descendente en la 2ª columna según corresponda).

Factores	Orden de importancia	Observación ³
Cerrar y congelar declaración del alcance, consiste en desarrollar la matriz de requisitos del proyecto, incorporando las nuevas necesidades, expectativas y requerimientos identificados.		
Cerrar acciones pendientes de fases anteriores.		
Ajustar el equipo del Proyecto.		
Desarrollar Plan de Gestión de Recursos Humanos		
Incorporar Lecciones Aprendidas e identificar nuevas		
Revisión y ajuste de la estimación de costos para el establecimiento de la línea base de costos y cálculo de la contingencia.		
Revisión y ajuste de cronograma para fijar línea bases del cronograma.		
Detallar y congelar Plan de control del proyecto.		

³ Celda opcional a responder si el experto considera relevante incluir alguna observación respecto a alguno de los factores.

Factores	Orden de importancia	Observación ³
Detallar el plan de ejecución del proyecto.		
Detallar y congelar estrategia de contratación, compras y logística.		
Actualizar y congelar el caso de negocio. Actualizar la evaluación económica y financiera del proyecto.		
Establecer presupuesto y recursos para la ejecución y cierre del proyecto.		
Elaboración del plan General de Construcción basado en la ingeniería entregada.		
Verificación del cumplimiento de requerimientos de calidad y compras críticas o de larga entrega. Actualizar el plan de calidad de acuerdo con la estrategia de compras y construcción del proyecto.		
Revisión y ajuste del plan de comunicaciones e inicio implementación de acuerdo al equipo de trabajo actual.		
Diseño, aprobación e implementación de la estrategia de relacionamiento con grupos de interés. Estrategia y Plan de Entorno Actualizado. Autorizaciones Ambientales radicadas. Autorización de incorporación de derechos inmobiliarios requeridos. Derecho inmobiliario inscrito.		
Diseñar e implementar el plan de gestión de riesgos para la fase. Aplicar ciclo de gestión de riesgos (identificación, valoración, tratamiento, monitoreo, comunicación).		
Diseño del plan de HSE con los planes específicos de contratistas para el proyecto.		
Revisión, selección y congelamiento de indicadores a implementar en la siguiente fase del proyecto, se utilizan para definir los objetivos de desempeño de las personas que ejecutan el proyecto (ej. Líderes de proyecto / miembros del equipo).		

4. Respecto a la tabla que se presenta a continuación, en su concepto:

4.1 ¿Considera que en el listado falta alguna metodología de análisis adicional a las 6 tomadas para encontrar la metodología óptima? ¿Cuál (es)? (Por favor incorpore en el o los renglones adicionales de la tabla con su respectiva observación).

4.2 ¿Considera pertinente plantear alguna observación muy relevante respecto a las metodologías consolidadas? (Por favor, sea concreto en la casilla de la 3ª columna según corresponda).

4.3 En orden de importancia ¿cuáles serían las cinco metodologías de análisis que considera más importantes para encontrar las más óptimas para estudio? (Por favor, asigne cinco puntos a la metodología más importante y siga la asignación de puntaje de manera descendente en la 1ª columna según corresponda).

Orden de importancia	Nombre de la Metodología	Observación ⁴
	Diagrama causa-efecto, estilo espina pescado	
	Valor Ganado: EVM	
	La metodología propuesta en la tesis, CTCR (Costo, Tiempo, Criticidad y Riesgos)	
	Técnica PERT (Técnica de Evaluación y Revisión de Programas)	
	DOFA, es el acrónimo para describir las Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas	
	Algoritmos híbridos basados en diagrama de flujo	

⁴ Celda opcional a responder si el experto considera relevante incluir alguna observación respecto a alguna de las metodologías.

5. Respecto a la tabla que se presenta a continuación, en su concepto:

5.1 ¿Considera que en el listado falta algún componente de análisis adicional a los 18 tomados para encontrar la metodología óptima? ¿Cuál (es)? (Por favor incorpore en el o los renglones adicionales de la tabla con su respectiva observación).

5.2 ¿Considera pertinente plantear alguna observación muy relevante respecto a los componentes consolidados? (Por favor, sea concreto en la casilla de la 3ª columna según corresponda).

5.3 En orden de importancia ¿cuáles serían los 18 componentes de análisis que considera más importantes para la metodología de planeación? (Por favor, asigne 18 puntos al factor más importante y siga la asignación de puntaje de manera descendente en la 1ª columna según corresponda).

Orden de importancia	Componente	Observación ⁵
	Taller motivacional con equipo del proyecto	
	Visitas de verificación alcance proyecto	
	Peer Review, se presentan mejoras para alcance de proyecto con los pares por especialidad.	
	Desing Review, presentación diseños e ingeniería realizada.	
	Taller de Constructibilidad/Socialización "Dueño" del Proyecto.	
	Definir la estrategia de aseguramiento de calidad para el proyecto.	
	Identificar Métricas de desempeño del Proyecto	
	Identificar los requisitos de capacitación y personal a capacitar.	
	Entrega Oficial Dossier Ingeniería	
	Talleres de Constructibilidad para enterar el equipo trabajo como se ejecutara el proyecto.	
	Acta Asignación equipo trabajo a ejecutar el proyecto	
	Establecimiento de rutas críticas de trabajo a través de EDT -WBS	
	Revisión y ajuste de cronograma para fijar línea base del cronograma.	
	Identificar estrategia general de abastecimiento para el proyecto.	
	Revisión y ajuste de la estimación de costos para el establecimiento de la línea base de costos y cálculo de la contingencia.	

⁵ Celda opcional a responder si el experto considera relevante incluir alguna observación respecto a alguno de los componentes.

Orden de importancia	Componente	Observación ⁵
	Talleres de Análisis de Riesgos (What If, HAZOP, etc)	
	Realización evaluación económica y financiera	
	Realizar Plan de control / construcción / riesgos del proyecto	

6. Durante la fase de planificación de proyectos en el sector de hidrocarburos, se debe evaluar la cuantía de los recursos disponibles para lograr los objetivos del proyecto, respecto a la tabla que se presenta a continuación, en su concepto:

6.1 ¿Considera que en el listado falta algún recurso de análisis adicional a los 4 tomados para encontrar la metodología óptima? ¿Cuál (es)? (Por favor incorpore en el o los renglones adicionales de la tabla con su respectiva observación).

6.2 ¿Considera pertinente plantear alguna observación muy relevante respecto a los recursos consolidados? (Por favor, sea concreto en la casilla de la 3ª columna según corresponda).

6.3 En orden de importancia ¿cuáles serían los 2 recursos de análisis que considera más importantes para la metodología de planeación? (Por favor, asigne 5 puntos al recurso más importante y siga la asignación de puntaje de manera descendente en la 1ª columna según corresponda).

Orden de importancia	Recursos	Observación ⁶
	Medios humanos	
	Medios materiales	
	Medios informáticos	
	Medios financieros	

C. Ejecución del panel de expertos

⁶ Celda opcional a responder si el experto considera relevante incluir alguna observación respecto a alguno de los recursos.

- Citación inicial del personal seleccionado para el panel de expertos, mediante citación individualizada ante los acontecimientos de pandemia y/o disponibilidad de los mismos, será por la herramienta Meet de Google.
- Durante el desarrollo del panel cada participante sustenta su posición sobre las preguntas planteadas en un tiempo máximo de cinco (5) minutos por pregunta.
- Las preguntas se formulan a partir de los objetivos (ver Objetivo) los cuales están orientados al cumplimiento de la investigación “Diseño de una metodología de planeación de proyectos en costos y en tiempo previsto de ejecución a partir de una herramienta tecnológica para el sector de hidrocarburos”.
- La moderadora se encarga de realizar las preguntas, dar la palabra y controlar el tiempo, mientras que cada experto responde y la compiladora se encarga de la grabación y tomar nota de las respuestas de cada uno de los participantes.

D. Conclusiones del panel de expertos

Se invita a los expertos a que expongan comentarios finales acerca de lo planteado en el panel.

E. Sistematización de los aportes del panel de expertos.

- Se hace levantamiento escrito a partir de las grabaciones del panel y los apuntes.
- Se sistematizan en una matriz los aportes de los expertos a fin de insertar en el informe final o tesis reconociendo los correspondientes créditos a los expertos participantes.

5. Orden del día

1. Presentación de participantes
2. Presentación del objetivo del panel de expertos
3. Metodología del desarrollo
4. Sección de preguntas
5. Retroalimentación y conclusiones
6. Agradecimientos a los participantes

6. Reglas para la participación en el panel de expertos

- Se dará 5 minutos de respuesta para cada intervención a las preguntas a desarrollar.
- Al final se retroalimentará las respuestas dadas, y se realizarán ajustes.

Responsables:

Francy Elena Garces Ortigoza
Ingeniera Electrónica
Maestrante en Gestión Integral de Proyectos.
E-mail: fegarceso@hotmail.com

Lina Maria Charry Roa
Ingeniera Electrónica
Maestrante en Gestión Integral de Proyectos.
E-mail: linaing721@gmail.com

Neiva, 22 de febrero de 2022.

Anexo 4. Resultados panel expertos

Resumen del Resultado del Panel de Expertos								
Pregunta 1:	Experto 1		Experto 2		Experto 3		Experto 4	
Nombre de la Herramienta Tecnológica	Orden	Observaciones	Orden	Observaciones	Orden	Observaciones	Orden	Observaciones
WorkOtter		No la conozco		No la conozco			5	
Claritask		No la conozco		No la conozco				
Nifty		No la conozco		No la conozco				
GanttPRO		No la conozco		No la conozco	4			
Workzone		No la conozco		No la conozco				
Agiled		No la conozco		No la conozco	5			
Beesbusy		No la conozco		No la conozco				
Samepage		No la conozco		No la conozco				
Stackby		No la conozco		No la conozco	3			
Proyecto.co		No la conozco		No la conozco			4	
Microsoft Project	1	Más reconocido	1	Mayor uso en la industria	1	Más usado y reconocido	1	Más usado y reconocido
Primavera	2	Primavera	2	2do software usado en la industria	2	Conocido. Interacción con otros programas de uso empresarial como SAP y la integración de bases de datos de Oracle.		
PowerBi	3	Monitoreo de variables						

		en ejecución - visualizador de datos.						
Monday			3					
Smartsheet			4					
Asana			5					
Kanbanize			6					
TeamWork							2	Visualiza panorama general del proyecto por proceso y da una visión de lo que viene.
Paymo							3	Programa que agrupa las tareas planificadas , la programaci ón, el tiempo y costos.

Pregunta 2:

	Experto 1		Experto 2		Experto 3		Experto 4	
factor de análisis adicional para encontrar la H.T. óptima	Orde n	Observacion es	Orde n	Observacion es	Orde n	Observacio nes	Orde n	Observacio nes
Planificación, programación y seguimiento de tareas	3	Desenfocado . Se debe desagregar. Colocar factores más en el fin.	2	Detallar o separar la planeación de la programación y el seguimiento de tareas.			1	
Gestión del presupuesto	2		4	Debe permitir una integración/aline ación entre la estructurara de la WBS, PDT y Costo	7		2	
Análisis de rendimiento	1		9	A partir de las métricas e indicadores	4		4	

				realizar análisis de desempeño.				
Gestión del riesgo			8	Importante incluir en cada actividad los riesgos asociados que permitan las sensibilidades y los respectivos escenarios a proyectar.	3		3	
Indicadores de tiempo	5		5	Debe permitir establecer las métricas apropiados conforme la definición de los atributos de las actividades en tiempo (duración, trabajo fijo etc.)				
Indicadores de coste	4		6	Debe permitir establecer las métricas apropiados conforme la definición del presupuesto desglosado por paquetes de trabajo				
Generación de reportes (Dashboard)	6		7	Gráficas y reportes claros, concisos.	1			
Generación de la EDT a partir de la definición de actividades			3	Es clave para la nomenclatura e identificación de los paquetes de trabajo y WBS	2			
Tipo de comunicación			12					
Orientación del proyecto	7		13					
Sector al que se enfoca			14				6	
Fase del proyecto tratado			15					
VARIABLES A MANEJAR			11				7	
Tipos de Costos			10	Debe poder homologar o generar equivalencia entre monedas, tipos de costos etc.				

Identificación de requerimientos, identificación de actividades al detalle, asignando un valor en tiempo y costo.	1.	Identificación de requerimientos, identificación de actividades al detalle, asignando un valor en tiempo y costo.						
Vinculación del alcance	2.	Vinculación del alcance: Desligue del alcance, tiempo y costos. Vincular el alcance para una buena estructuración.	1.	Gestión de alcance. La herramienta debe permitir controlar alcance y estar alineado a la WBS del proyecto	6	Gestión del alcance		
Gestión del tiempo					5	Gestión del tiempo		
Visualización de la siguiente fase o tareas a desarrollar							5	Visualización de la siguiente fase o tareas a desarrollar
Pregunta 3:								
	Experto 1		Experto 2		Experto 3		Experto 4	
Factores	Orden	Observaciones	Orden	Observaciones	Orden	Observaciones	Orden	Observaciones
Cerrar y congelar declaración del alcance, consiste en desarrollar la matriz de requisitos del proyecto, incorporando las nuevas necesidades, expectativas y requerimientos identificados.	7		1		6		1	

Cerrar acciones pendientes de fases anteriores.	5							
Ajustar el equipo del Proyecto.							2	
Desarrollar Plan de Gestión de Recursos Humanos								
Incorporar Lecciones Aprendidas e identificar nuevas							3	
Revisión y ajuste de la estimación de costos para el establecimiento de la línea base de costos y cálculo de la contingencia.			3				4	
Revisión y ajuste de cronograma para fijar línea bases del cronograma.	1		7		5			
Detallar y congelar Plan de control del proyecto.					3			
Detallar el plan de ejecución del proyecto.	3		6				5	
Detallar y congelar estrategia de contratación, compras y logística.	2		5					
Actualizar y congelar el caso de negocio. Actualizar la evaluación económica y financiera del proyecto.			8		2			
Establecer presupuesto y recursos para la ejecución y cierre del proyecto.	4		4		7			
Elaboración del plan General de Construcción basado en la ingeniería entregada.					1			
Verificación del cumplimiento de								

requerimientos de calidad y compras críticas o de larga entrega. Actualizar el plan de calidad de acuerdo con la estrategia de compras y construcción del proyecto.								
Revisión y ajuste del plan de comunicaciones e inicio implementación de acuerdo al equipo de trabajo actual.								
Diseño, aprobación e implementación de la estrategia de relacionamiento con grupos de interés. Estrategia y Plan de Entorno Actualizado. Autorizaciones Ambientales radicadas. Autorización de incorporación de derechos inmobiliarios requeridos. Derecho inmobiliario inscrito.								
Diseñar e implementar el plan de gestión de riesgos para la fase. Aplicar ciclo de gestión de riesgos (identificación, valoración, tratamiento, monitoreo, comunicación).					4			
Diseño del plan de HSE con los planes específicos de contratistas para el proyecto.								
Revisión, selección y congelamiento de indicadores a								

implementar en la siguiente fase del proyecto, se utilizan para definir los objetivos de desempeño de las personas que ejecutan el proyecto (ej. Líderes de proyecto / miembros del equipo).							
Desarrollar ingeniería según la fase y su aseguramiento	6	Desarrollar ingeniería según la fase y su aseguramiento					
Definir las actividades, paquetes de trabajos, definir las duraciones y secuencias de las mismas			2	Definir las actividades, paquetes de trabajos, definir las duraciones y secuencias de las mismas			
Desarrollo de Evaluación Financiera para evidenciar la viabilidad del proyecto, con lo cual los tomadores de decisión tienen un panorama más claro para definir la continuidad del proyecto y aprobar desembolso de recursos						7	Desarrollo de Evaluación Financiera para evidenciar la viabilidad del proyecto, con lo cual los tomadores de decisión tienen un panorama más claro para definir la continuidad del proyecto y aprobar desembolso de recursos

Un espacio de aseguramiento (Asurance Review) para verificar la calidad de la información desarrollada y entregada por el equipo, antes de llevar el proyecto para la toma de decisión							6	Un espacio de aseguramiento (Asurance Review) para verificar la calidad de la información desarrollada y entregada por el equipo, antes de llevar el proyecto para la toma de decisión
Pregunta 4:								
	Experto 1		Experto 2		Experto 3		Experto 4	
Nombre de la Metodología	Orden	Observaciones	Orden	Observaciones	Orden	Observaciones	Orden	Observaciones
Diagrama causa-efecto, estilo espina pescado	5			No aplica como metodología			3	
Valor Ganado: EVM	2	Lo ve en más de control		Metodología para el seguimiento y control del proyecto, no aplica para planificación, sin embargo establece unos requerimientos para poder realizar la planificación .	1		4	
La metodología propuesta en la tesis, CTCR (Costo, Tiempo, Criticidad y Riesgos)	3			No la conozco	2		1	

Técnica PERT (Técnica de Evaluación y Revisión de Programas)	4			Es una técnica de planificación y/o programación para estimar duraciones, pero no como metodología de gestión de proyectos.			5	
DOFA, es el acrónimo para describir las Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas	1			No aplica como metodología			2	
Algoritmos híbridos basados en diagrama de flujo		GENERAL: El cree que esta para muchas cosas y no hay vinculo entre ellas.		No la conozco				
Ágil			1	Ágil	3	Metodología Ágil		
Modelo de cascada			2	Modelo de cascada	5	Cascada		
Metodología Scrum			3	Metodología Scrum				
Metodología Kanban			4	Metodología Kanban				
Metodología Scrumban			5	Metodología Scrumban				
Metodología PRINCE2			6	Metodología PRINCE2				
Metodología Six Sigma			7	Metodología Six Sigma				
Método de la ruta crítica (CPM)			8	Método de la ruta crítica (CPM)				
Gestión de proyectos por cadena crítica (CCPM)			9	Gestión de proyectos por cadena crítica (CCPM)				
Metodología Lean			10	Metodología Lean				
Guía PMBOK® del Project Management Institute (PMI)			11	Guía PMBOK® del Project Management				

La más aplicada y reconocida				Institute (PMI) La más aplicada y reconocida				
Programación extrema (XP)			12	Programación extrema (XP)				
Híbrida					4	Híbrida		
Pregunta 5:								
	Experto 1		Experto 2		Experto 3		Experto 4	
Componente	Orden	Observaciones	Orden	Observaciones	Orden	Observaciones	Orden	Observaciones
Taller motivacional con equipo del proyecto	1				2			
Visitas de verificación alcance proyecto	16		1		11			
Peer Review, se presentan mejoras para alcance de proyecto con los pares por especialidad.	17		2		10			
Desing Review, presentación diseños e ingeniería realizada.	18		3		9			
Taller de Constructibilidad/Socialización "Dueño" del Proyecto.	14		4		4			
Definir la estrategia de aseguramiento de calidad para el proyecto.	6		16		7			
Identificar Métricas de desempeño del Proyecto	2		14		8			
Identificar los requisitos de capacitación y personal a capacitar.	7		15		1			
Entrega Ofical Dossier Ingeniería	8		6		15			
Talleres de Constructibilidad para enterar el equipo	15		5		3			

trabajo como se ejecutara el proyecto.								
Acta Asignación equipo trabajo a ejecutar el proyecto	3		0		6			
Establecimiento de rutas criticas de trabajo atraves de EDT -WBS	13		8		13			
Revisión y ajuste de cronograma para fijar línea bases del cronograma.	12		9		16			
Identificar estrategia general de abastecimiento para el proyecto.	9		7		5			
Revisión y ajuste de la estimación de costos para el establecimiento de la línea base de costos y cálculo de la contingencia.	11		10		18			
Talleres de Análisis de Riesgos (What If, HAZOP, etc)	10		11		14			
Realización evaluación económica y financiera	4		12		17			
Realizar Plan de control / construcción / riesgos del proyecto	5		13		12			
Taller de Constructividad	1.	Previo a los desarrollos de las ingenierías, escuchar al dueño del activo. Sería un Taller de Constructividad-> .						
Pregunta 6:								
	Experto 1		Experto 2		Experto 3		Experto 4	
Recursos	Orden	Observaciones	Orden	Observaciones	Orden	Observaciones	Orden	Observaciones

Medios humanos				Todos los recursos son indispensables y se requieren, depende del nivel de complejidad y tamaño del proyecto que algunos recursos tendrán un mayor peso ponderado tanto en el presupuesto del proyecto como para la gestión del mismo	3			
Medios materiales					4			
Medios informáticos					2			
Medios financieros					5			
Medios know how (saber – hacer)	1	Medios know how (saber – hacer)						
Medios procedimentales marco legal.	2	Medios procedimentales marco legal.						

Anexo 5. Matriz caracterización herramientas tecnológicas después panel expertos

Items	Herramientas con cumplimiento	Versión	Propietario	Año	Costo Uso de la herramienta			Proveedor	Nivel de dependencia tecnológica	Tipo de acceso	Compatibilidad con otras Apps	Ma est
					Versión gratuita	Prueba gratis	Precio inicial [USD]/Mes					
4	GanttPRO	2.8.11	GanttPRO	2021		X	9	GETAPP	MEDIA	CERRADO	ALTA	A
9	Stackby	2.0.1	Stackby - Relytree Inc.	2021	X	-	5	Google play, App Store	MEDIA	ABIERTO	ALTA	A
11	Microsoft Project	Microsoft Project 2019	Microsoft	2019		X	10	Microsoft	MEDIA	CERRADO	MEDIA	A
12	Oracle Primavera P6	P6 EPPM	Oracle	2021	-	-	214,17	Oracle	MEDIA	CERRADO	MEDIA	M

Anexo 6. Matriz caracterización metodologías después panel expertos

Items	Nombre de la Metodología	Estándar	Planeación						Puntuación	Cumplimiento
			Creación de Plan de trabajo del proyecto (PDT) - línea base tiempo	Estimación costos para establecer - línea base costo	Cálculo de contingencia	Realización evaluación económica y financiera	Realización de Plan de control / construcción / riesgos del proyecto	Establecimiento de rutas críticas de trabajo a través de EDT -WBS		
17	Guía PMBOK® del Project Management Institute (PMI) La más aplicada y reconocida	PMI	X	X	X	X	X	X	100	CUMPLE
1	Diagrama causa-efecto, estilo espina pescado	PMI	X	X	X	-	X	X	87,5	CUMPLE
7	Ágil	PMI	X	X	-	X	X	X	87,5	CUMPLE
9	Metodología Scrum	PMI	X	X	-	X	X	X	87,5	CUMPLE
12	Metodología PRINCE2	PRINCES 2	X	X	-	X	X	-	75	NO CUMPLE
13	Metodología Six Sigma	PMI	X	X	-		X	X	75	NO CUMPLE
15	Gestión de proyectos por cadena crítica (CCPM)	PMI	X	X	-	X	-	X	75	NO CUMPLE
16	Metodología Lean	PMI	X	X	-	X	X	-	75	NO CUMPLE
4	Técnica PERT (Técnica de Evaluación y	Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de Guerra	X	X	-	-	-	X	62,5	NO CUMPLE

	Revisión de Programas)	del Departamento de Defensa USA								
14	Método de la ruta crítica (CPM)	PMI	X	X	-	-	-	X	62,5	NO CUMPLE
19	Híbrida	PMI	X	X	-	X	-	-	62,5	NO CUMPLE
10	Metodología Kanban	PMI	X	X	-	-	-	-	50	NO CUMPLE
8	Modelo de cascada	PMI	X	-	-	-	-	X	37,5	NO CUMPLE
11	Metodología Scrumban	PMI	X	-	-	-	-	X	37,5	NO CUMPLE
6	Algoritmo híbridos basados en diagrama de flujo	PMI	-	X	-	-	-	-	25	NO CUMPLE
18	Programación extrema (XP)	PMI	X	-	-	-	-	-	25	NO CUMPLE
2	Valor Ganado: EVM	PMI	-	-	-	-	-	X	12,5	NO CUMPLE
3	La metodología propuesta en la tesis, CTCR (Costo, Tiempo, Criticidad y Riesgos)	PMI	-	-	-	-	-	X	12,5	NO CUMPLE
5	DOFA, es el acrónimo para describir las Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas	PMI	-	-	-	X	-	-	12,5	NO CUMPLE
X	100	Puntaje asignado:	25	25	12,5	12,5	12,5	12,5	>75 "CUMPL E"	

Anexo 7. Criterios de calificación de matrices

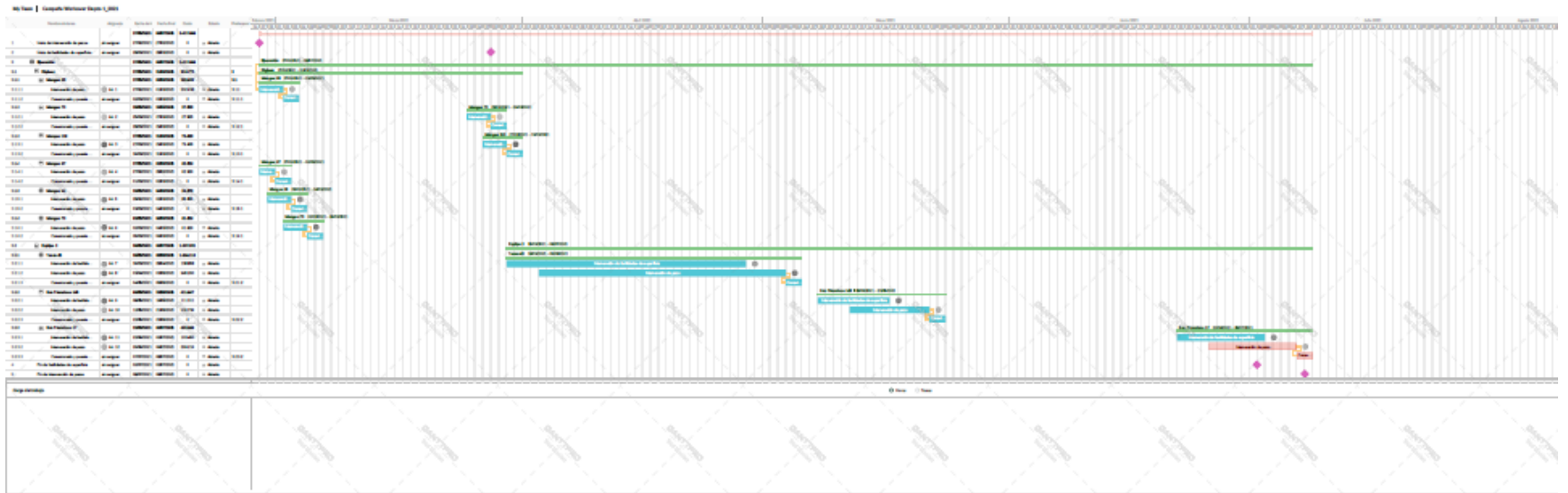
Matriz de análisis de herramientas tecnológicas disponibles (manejo del tiempo y costo).					
Ponderación de herramientas y características			Análisis respecto de las variables tiempo y costo		
DESCRIPCIÓN	PUNTAJES		DESCRIPCIÓN	PUNTAJES	
COSTO USO DE LA HERRAMIENTA		10	COSTO USO DE LA HERRAMIENTA		10
Versión: gratuita o pagada	4		Versión: gratuita o pagada	4	
Prueba gratuita	4		Prueba gratuita	4	
Precio inicial [USD]/Mes < 20 USD	2		Precio inicial [USD]/Mes < 20 USD	2	
NIVEL DE DEPENDENCIA TECNOLÓGICA		5	NIVEL DE DEPENDENCIA TECNOLÓGICA		5
TIPO DE ACCESO		5	TIPO DE ACCESO		5
COMPATIBILIDAD CON LAS OTRAS APPS		10	COMPATIBILIDAD CON LAS OTRAS APPS		10
CARACTERÍSTICAS		60	CARACTERÍSTICAS		60
Planificación, programación y seguimiento de tareas	20		Planificación, programación y seguimiento de tareas	20	
Gestión del presupuesto	10		Gestión del presupuesto	10	
Análisis de rendimiento	8		Análisis de rendimiento	8	
Gestión del riesgo	4		Gestión del riesgo	4	
Indicadores de tiempo	4		Indicadores de tiempo	4	
Indicadores de coste	4		Indicadores de coste	4	
Generación de reportes (Dashboard)	4		Generación de reportes (Dashboard)	4	
Generación de la EDT a partir de la definición de actividades	6		Generación de la EDT a partir de la definición de actividades	6	
TIPO DE COMUNICACIÓN		10	TIPO DE COMUNICACIÓN		10
Sincrónica=10			Sincrónica=10		
Asincrónica= 5			Asincrónica= 5		
TOTAL		100	Orientación del proyecto		10

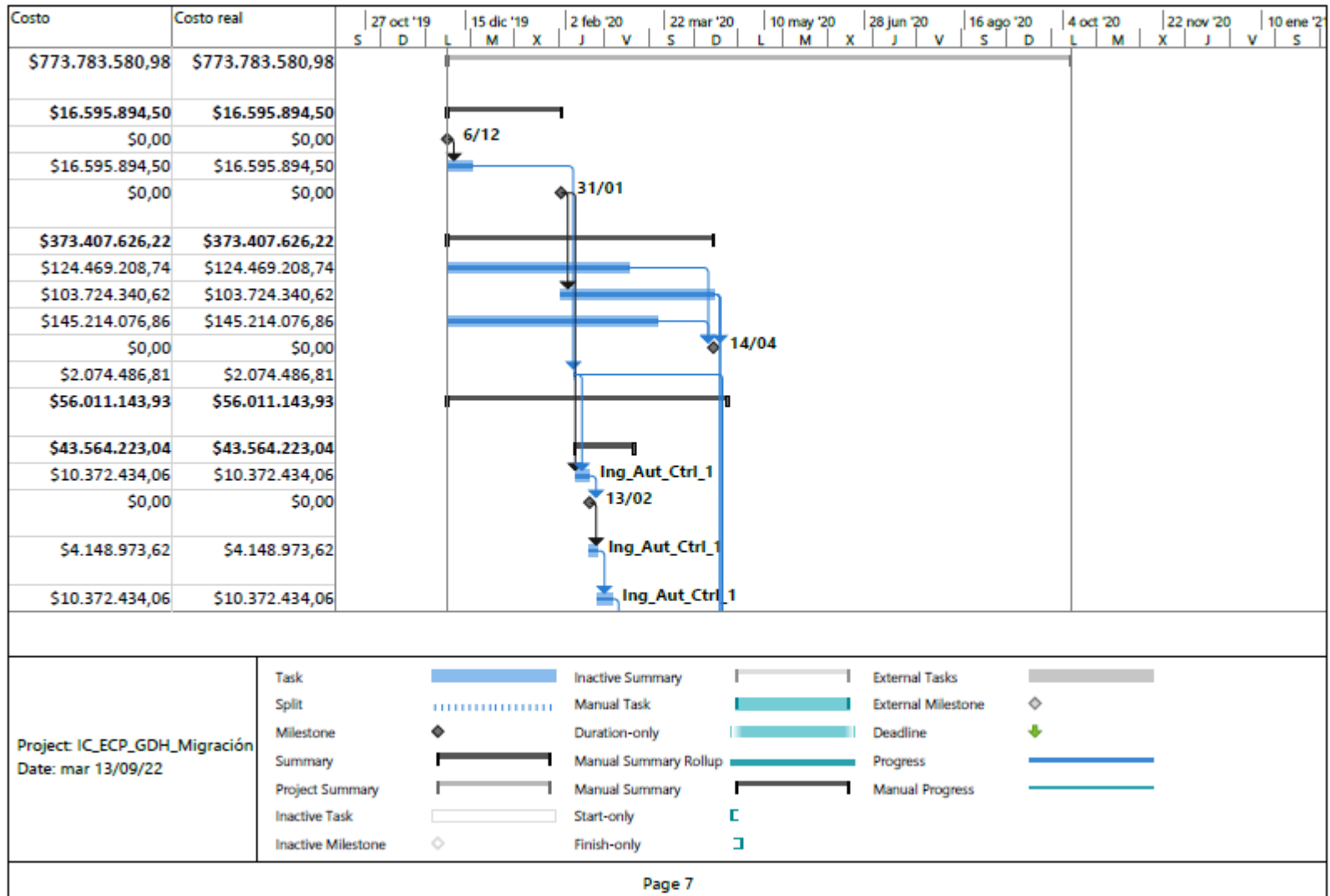
			Privado= 10		
Porcentaje de cumplimiento < = 70			Mixta= 8		
70 porque una sola variable lleva el peso de 60 puntos; los demás son pesos similares por lo tanto, deben aportar al menos 1/4 del otro grupo de variables			Público= 2		
			Sector al que se enfoca		10
			Hidrocarburos / Industrial= 10		
			Otros= 2		
			Fase del proyecto tratado		40
			Identificación	5	
			Planificación	20	
			Ejecución	5	
			Control	5	
			Cierre	5	
			Variables a manejar		20
			Tiempo	10	
			Costos	10	
			Tipos de Costos		10
			Clase I= 10		
			Clase II= 5		
			Clase III= 2		
			Perfil de la variable de tiempo		10
			Rígida= 2		
			Intermedia= 5		
			Flexible= 10		
			TOTAL		200
			Puntaje de cumplimiento < = 165		
			165 porque solo 2 variables lleva el peso de la mitad; los demás son pesos similares por lo tanto, deben aportar al menos 2/3 del otro grupo de variables		

Anexo 8. Gráficos de desempeño de los aplicativos Microsoft Project y GanttPro

Id	Comienzo	Fin	Predeceso	Suces	Costo de linea base	% completado	Tipo	Calend de tareas	Comienzo previsto	Fin de linea base	ene
0	sab 27/02/21	jue 8/07/21			\$ 2.430.304,00	0%	Duración fija	Ningu	sáb 27/02/21	jue 8/07/21	
1	sab 27/02/21	sab 27/02/21		6;2FC-	\$ 0,00	0%	Duración fija	7D	sáb 27/02/21	sab 27/02/21	
2	dom 28/03/21	dom 28/03/21	1FC+30 d	25FC+	\$ 0,00	0%	Duración fija	7D	dom 28/03/21	dom 28/03/21	
3	sab 27/02/21	jue 8/07/21			\$ 2.417.606,00	0%	Duración fija	7D	sab 27/02/21	jue 8/07/21	
4	sab 27/02/21	mié 31/03/21			\$ 519.775,00	0%	Duración fija	7D	sab 27/02/21	mar 6/04/21	
5	sab 27/02/21	mié 3/03/21			\$ 202.638,00	0%	Duración fija	7D	sab 27/02/21	mié 3/03/21	
6	sab 27/02/21	lun 1/03/21	1	7;9FC-	\$ 202.638,00	0%	Duración fija	7D	sab 27/02/21	lun 1/03/21	
7	mar 2/03/21	mié 3/03/21	6	37	\$ 0,00	0%	Duración fija	7D	mar 2/03/21	mié 3/03/21	
8	jue 25/03/21	lun 29/03/21			\$ 27.525,00	0%	Duración fija	7D	jue 25/03/21	lun 29/03/21	
9	jue 25/03/21	sáb 27/03/21	6FC+23 d	10;12F	\$ 27.525,00	0%	Duración fija	7D	jue 25/03/21	sáb 27/03/21	
10	dom 28/03/21	lun 29/03/21	9	37	\$ 0,00	0%	Duración fija	7D	dom 28/03/21	lun 29/03/21	
11	sáb 27/03/21	mié 31/03/21			\$ 79.405,00	0%	Duración fija	7D	sáb 27/03/21	mié 31/03/21	
12	sab 27/03/21	lun 29/03/21	9FC-1 d	13	\$ 79.405,00	0%	Duración fija	7D	sab 27/03/21	lun 29/03/21	
13	mar 30/03/21	mié 31/03/21	12	37	\$ 0,00	0%	Duración fija	7D	mar 30/03/21	mié 31/03/21	
14	sab 27/02/21	mar 2/03/21			\$ 62.926,00	0%	Duración fija	7D	lun 29/03/21	vie 2/04/21	
15	sab 27/02/21	dom 28/02/21		16;18F	\$ 62.926,00	0%	Duración fija	7D	mar 30/03/21	mié 31/03/21	
16	lun 1/03/21	mar 2/03/21	15	37	\$ 0,00	0%	Duración fija	7D	jue 1/04/21	vie 2/04/21	
17	dom 28/02/21	jue 4/03/21			\$ 85.655,00	0%	Duración fija	7D	mié 31/03/21	dom 4/04/21	
18	dom 28/02/21	mar 2/03/21	15FC-1 d	19;21F	\$ 85.655,00	0%	Duración fija	7D	mié 31/03/21	vie 2/04/21	
19	mié 3/03/21	jue 4/03/21	18	37	\$ 0,00	0%	Duración fija	7D	sab 3/04/21	dom 4/04/21	
20	mar 2/03/21	sáb 6/03/21			\$ 61.626,00	0%	Duración fija	7D	vie 2/04/21	mar 6/04/21	
21	mar 2/03/21	jue 4/03/21	18FC-1 d	22	\$ 61.626,00	0%	Duración fija	7D	vie 2/04/21	dom 4/04/21	
22	vie 5/03/21	sáb 6/03/21	21	37	\$ 0,00	0%	Duración fija	7D	lun 5/04/21	mar 6/04/21	
23	mar 30/03/21	jue 8/07/21			\$ 1.897.831,00	0%	Duración fija	7D	mar 30/03/21	jue 8/07/21	
24	mar 30/03/21	mié 5/05/21			\$ 1.084.118,00	0%	Duración fija	7D	mar 30/03/21	mié 5/05/21	
25	mar 30/03/21	mié 28/04/21	2FC+1 d	26CC+	\$ 138.858,00	0%	Duración fija	7D	mar 30/03/21	mié 28/04/21	
26	sáb 3/04/21	lun 3/05/21	25CC+4 d	27	\$ 945.260,00	0%	Duración fija	7D	sáb 3/04/21	lun 3/05/21	
27	mar 4/05/21	mié 5/05/21	26	37	\$ 0,00	0%	Duración fija	7D	mar 4/05/21	mié 5/05/21	
28	sáb 8/05/21	dom 23/05/21			\$ 411.047,00	0%	Duración fija	7D	sáb 8/05/21	dom 23/05/21	
29	sab 8/05/21	dom 16/05/21	25FC+9 d	30CC+	\$ 111.311,00	0%	Duración fija	7D	sab 8/05/21	dom 16/05/21	
30	mié 12/05/21	vie 21/05/21	29CC+4 d	31	\$ 299.736,00	0%	Duración fija	7D	mié 12/05/21	vie 21/05/21	
31	sab 22/05/21	dom 23/05/21	30	37	\$ 0,00	0%	Duración fija	7D	sab 22/05/21	dom 23/05/21	
32	mar 22/06/21	jue 8/07/21			\$ 402.666,00	0%	Duración fija	7D	mar 22/06/21	jue 8/07/21	
33	mar 22/06/21	vie 2/07/21	29FC+36 (34CC+		\$ 103.450,00	0%	Duración fija	7D	mar 22/06/21	vie 2/07/21	
34	sab 26/06/21	mar 6/07/21	33CC+4 d	35	\$ 299.216,00	0%	Duración fija	7D	sab 26/06/21	mar 6/07/21	
35	mié 7/07/21	jue 8/07/21	34	37	\$ 0,00	0%	Duración fija	7D	mié 7/07/21	jue 8/07/21	
36	vie 2/07/21	vie 2/07/21	33	37	\$ 0,00	0%	Duración fija	7D	vie 2/07/21	vie 2/07/21	
37	jue 8/07/21	jue 8/07/21	35;35;31;2		\$ 0,00	0%	Duración fija	7D	jue 8/07/21	jue 8/07/21	

Pagina 1





Anexo 9. Casos diferenciadores

Casos		TIP O	Criterio					Control		Puntaje
			Aumento de producción	Actualización Tecnológica	Actualización Tecnológica/Compras	Confiabilidad de Equipos y Continuidad Operativa	Actualización Tecnológica/Confiabilidad de Equipos y Continuidad Operativa	Ahorro en energía y aumento de producción	Tiempo	
1	Proyecto Campañas de WO (Workover)	ON	X							No Cumple
2	Proyecto Campaña de Perforación - Monserrate	ON	X							No Cumple
3	Proyecto Mantenimiento Mayor PTGD	MM		X				X		No Cumple
4	Proyecto Reposición de Equipos Obsoletos para Monitoreo de Variables	ICO			X			X	X	Cumple
5	Proyecto Mantenimiento de Sistema de Inyección para campos en desarrollo	MM				X		X		No Cumple

