

Universidad Internacional de La Rioja (UNIR)

Escuela de Ingeniería

**Máster universitario en Diseño y Gestión de
Proyectos Tecnológicos**

Diseño de una metodología
para la estimación de
esfuerzos en proyectos de
consultoría en innovación.

Trabajo Fin de Máster

Presentado por: Ortega Hernández, Víctor de Jesús

Director/a: Flor Nancy Díaz Piraquive

Resumen

La estimación de esfuerzos es uno de los principales retos de cualquier organización a la hora de considerar los recursos que dispondrá para la planeación y ejecución de un proyecto, en búsqueda de no incurrir en una subestimación o sobreestimación que afectará directamente sus finanzas. Desde el año 1970 se adelantan estudios de estimaciones para el desarrollo de software; sin embargo, son muy pocos trabajos o investigaciones relacionados a la estimación enfocados en proyectos de consultoría específicamente en el área de innovación. El presente Trabajo de Fin de Master plantea como objetivo general diseñar una herramienta metodológica para estimar los esfuerzos en proyectos de consultoría en innovación para la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Caribe. La metodología empleada ha consistido en la revisión de fuentes de información bibliográficas de temas relacionados con la estimación de esfuerzos y sus principales autores, seleccionando las más relevantes para el estudio y posterior vigilancia tecnológica a través de software VOSviewer para la creación de mapa bibliométrico.

Como metodología empleada, se han diseñado dos herramientas o instrumentos para la recolección de datos de los recursos disponibles para su análisis y selección de las técnicas usadas que en este caso han sido el Juicio de Expertos, Planning Póker y Stage Gate para el logro de los objetivos planteados, para finalmente lograr una incorporación del resultado final en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Caribe.

Palabras Claves: estimación, esfuerzos, proyectos de consultoría, effort, consulting, innovación.

Índice de Contenidos

1.	Introducción	5
1.1.	Justificación del proyecto	6
1.2.	Planteamiento del problema.....	9
1.3.	Estructura de la memoria	10
2.	Contexto y estado del arte.....	12
2.1.	Marco teórico conceptual	12
2.1.1.	Estimación	12
2.1.2.	Esfuerzo.....	13
2.1.3.	Estimación del esfuerzo	13
2.1.4.	Consultoría.....	15
2.1.5.	Gestión de proyectos	16
2.1.6.	Metodologías ágiles	16
2.1.7.	Innovación.....	18
2.1.8.	Gestión de la innovación.....	21
2.2.	Análisis del estado actual en la estimación de esfuerzos	22
2.2.1.	Pasos para estimación de esfuerzo	22
2.2.2.	Métodos aplicados para la estimación de esfuerzos	23
2.3.	Definición de métodos usados para la estimación de esfuerzos.....	26
2.3.1.	Juicio de expertos	26
2.3.2.	Modelo Stage – Gate	27
2.3.3.	Planning Poker.....	32
2.3.4.	Story Points.....	35
2.3.5.	Enfoque de objeto	36
2.4.	Actividades y gestión de la innovación	37
3.	Objetivos concretos y metodología de trabajo	39
3.1.	Objetivo del trabajo Fin del Máster	39
3.2.	Objetivo general del proyecto.....	39

3.3.	Objetivos específicos	39
3.4.	Metodología del trabajo.....	39
4.	Desarrollo específico de la contribución	42
4.1.	Estructura del proyecto	42
4.2.	Descripción de los paquetes de trabajo.....	43
4.3.	Cronograma del proyecto.....	49
4.4.	Gestión de costos	49
4.5.	Costo de personal	50
4.6.	Aseguramiento de la calidad	51
4.7.	Gestión del talento humano	54
4.8.	Gestión del riesgo	56
4.9.	Desarrollo de la metodología.....	59
4.9.1.	Mapeo bibliométrico	59
4.9.2.	Oferta de servicios de investigación y recurso humano experto.....	64
4.9.3.	Selección de técnicas para metodología de estimación de esfuerzos	70
5.	Resultados	74
5.1.	Propuesta metodológica para proyectos de consultoría en innovación	75
5.2.	Consideraciones e instrumentos	79
6.	Conclusiones.....	82
7.	Recomendaciones	84
8.	Referencias bibliográficas	85

1. Introducción

Una de las grandes oportunidades que presentan los proyectos de gestión y desarrollo a nivel local y regional es la optimización de todos sus recursos a la hora de ejecutar las etapas y actividades que conllevan al éxito y logro de los resultados para el cual fue diseñado y planificado. Sin embargo, para llegar al punto de utilizar eficientemente los recursos disponibles se requiere de la implementación de estrategias y técnicas que permitan una óptima organización en la gestión de los proyectos en la medida en que se posibiliten sinergias que haga más competitiva la participación de las organizaciones que los promueven. Por tal motivo, se propone en el presente Trabajo Fin de Master como la oportunidad de mejorar la gestión de proyectos orientados a la consultoría en innovación a través de la implementación de técnicas para estimar esfuerzos requeridos para su desarrollo.

El trabajo lo compone un apartado de estado del arte que ofrece un contexto sobre los antecedentes del tema de abordaje en la literatura, un marco teórico conceptual con los conceptos que sirvieron de herramientas para construir la metodología, así como los métodos implementados para la estimación de esfuerzos.

Para el desarrollo de la metodología se presenta una revisión bibliográfica a través de consultas en Web of Science y Scopus, dos bases de datos de alto impacto, que en su conjunto posibilitó un mapeo bibliométrico donde se visualiza a nivel general el estado de investigaciones, publicaciones, casos de estudio, entre otros, acerca de la temática de estimación de esfuerzos y la consultoría. También, se muestra la oferta de servicios de investigación de los programas de la Facultad de Ingeniería y la disponibilidad de recurso humano experto potencial a participar dentro de la validación de la metodología. Este apartado termina con la selección de métodos que integran la

metodología propuesta y finalmente, se muestran los resultados con la estructura de la metodología susceptible de ser validada y puesta en marcha en la Unidad de Innovación INNOVA de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Caribe.

1.1. Justificación del proyecto

El sustento del proyecto atiende a dos factores, uno del contexto temático y otro del contexto institucional. En primera instancia a la necesidad de contar con más aportes investigativos o metodológicos sobre *estimación de esfuerzos* específicamente en consultoría en el campo de la innovación, dado que durante una previa búsqueda de material bibliográfico para el planteamiento de la presente propuesta se pudo constatar, de acuerdo con diferentes criterios de búsqueda en la base de datos de Scopus, que la mayoría de estudios donde se proponen metodologías para estimar esfuerzos son llevadas a cabo en el área de Desarrollo de Software, tanto a nivel académico como empresarial, lo que permite soportar la necesidad de abordar esta temática desde otras áreas disciplinares como la Administración de Empresas y la Gestión de Proyectos Tecnológicos, en la medida en que se logre proponer una metodología para proyectos de consultoría aplicable a otras áreas de conocimiento que se orienten a la consultoría en Investigación, Desarrollo e innovación o I+D+i.

Considerando lo anteriormente expuesto, el segundo factor emerge en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Caribe, misma que bajo Política Institucional cuenta con un portafolio de proyectos y grupos de investigaciones a cargo de la Vicerrectoría de Investigación y Transferencia, la cual fomenta la actividad investigativa, el desarrollo tecnológico y la innovación con el aval del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) para la transformación del entorno

socioeconómico, en la medida en que se contribuya al desarrollo científico, tecnológico, artístico y social de los contextos local, regional y nacional (www.uac.edu.co, s.f.).

Los retos en términos de investigación que tiene la Vicerrectoría se enmarcan bajo tres ejes que son: producción científica con visión global y enfoque local, transferencia de resultado de investigación y cultura científica y apropiación social de la ciencia, tal como lo muestra la Ilustración 1.

Ilustración 1. Retos de la investigación

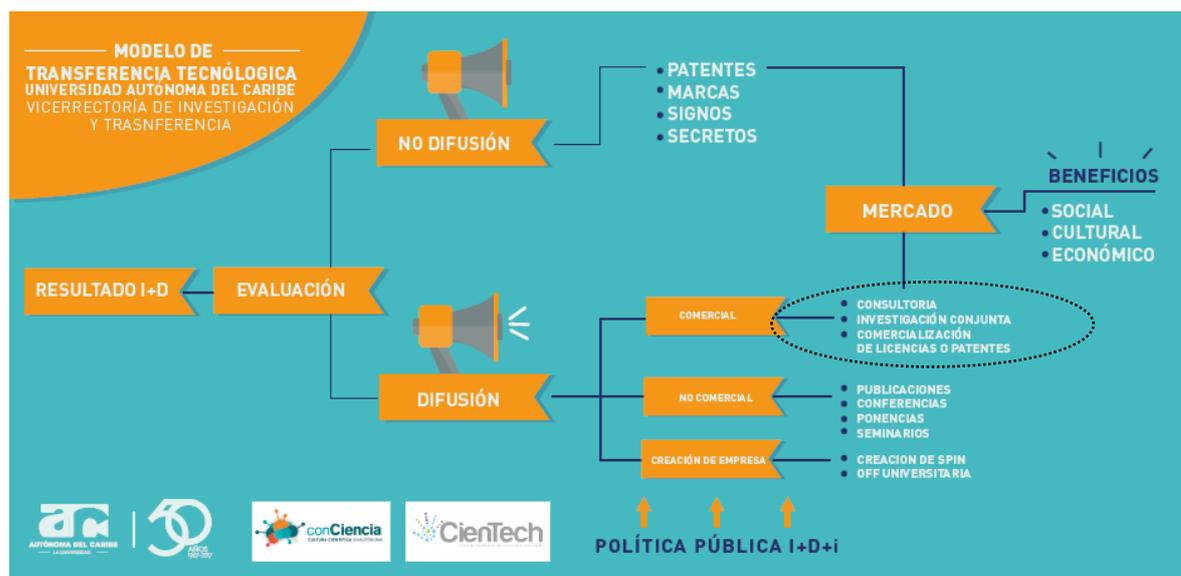


Fuente: Universidad Autónoma del Caribe, 2018

Dada la oportunidad que se visualiza en términos de I+D+i, la Universidad Autónoma del Caribe cuenta desde marzo de 2018 con la Unidad de Proyectos y Consultoría enfocada a resolver las demandas y necesidades específicas del entorno a través de la promoción y gestión de los servicios académicos, por medio de las modalidades de: asesoría, consultoría, asistencia técnica, interventoría, veeduría, servicios tecnológicos, así como la formulación, evaluación, gestión y ejecución de proyectos. La Unidad busca aumentar la capacidad productiva de las empresas considerando componentes como la competitividad y sostenibilidad con el fin de aportar al crecimiento económico de la ciudad de Barranquilla y la región Caribe, en la medida en que se posibilite la relación Universidad-Empresa-Estado. (Universidad Autónoma del Caribe, 2018)

Las líneas de trabajo de la Unidad de Proyectos son más de 40 y se organizan atendiendo a las distintas áreas de conocimiento sobre las que se impulsa la investigación en la Universidad a través de sus grupos de investigación, sin embargo, para efectos de la presente propuesta, el alcance se centró en los esfuerzos realizados desde la Facultad de Ingeniería considerando su orientación disciplinar hacia los aportes tecnológicos, ya que como se señaló la metodología de estimación de esfuerzos se ha consolidado en un área afín como lo es el Desarrollo de Software, además de su alineación con la Dirección de Investigación y Transferencia donde los resultados en materia de I+D y su posibilidad de difusión comercial aportan al Modelo de Transferencia Tecnológica mostrado en la ilustración 2.

Ilustración 2. Modelo de Transferencia Tecnológica



Fuente: Universidad Autónoma del Caribe, 2018

Teniendo claro el panorama anterior, el aporte metodológico resultado de investigación sobre estimación de esfuerzos queda abierto a una posterior fase aplicada que permitirá finalmente un proceso de evaluación y mejoras continuas. A futuro se espera que la metodología pueda permear los proyectos desarrollados en las otras áreas de conocimiento en las que trabaja la Universidad.

1.2. Planteamiento del problema

La planificación de un proyecto de ingeniería o de cualquier área de conocimiento se torna complicada cuando no existen requisitos claramente detallados y productos que deben ser entregados, por lo que la información puede tornarse inmanejable y su alcance complejo.

La Universidad Autónoma del Caribe a través de su Vicerrectoría de Investigación y Transferencia tiene la posibilidad de ofertar un amplio abanico de productos y/o servicios hacia las diferentes industrias y sectores a nivel local y regional, sin embargo, desde la misma instancia institucional se ha reconocido la falta de una estructura estandarizada de estimación de esfuerzos en los proyectos de consultoría con los que cuenta específicamente la Facultad de Ingeniería en aras de ganar una cuota de mercado hacia donde pueda ofertar su producción científica tecnológica, ya que de lo contrario se estarían evidenciando desventajas competitivas con otras instituciones educativas de alta calidad que han logrado madurar sus unidades de negocio como es la Universidad Simón Bolívar y su Centro Empresarial de Crecimiento de Negocios para Startups en Colombia y el Caribe MacondoLab. Frente a lo cual se ha considerado la iniciativa de formalizar una Unidad de Negocios Descentralizada cuya función sea comercializar dicha producción.

No obstante, es de considerar que la estimación de esfuerzos, aún dentro de una metodología estándar, se torna un poco compleja debido a factores internos o externos que cambian constantemente y retrasan la implementación de estrategias que logren impactar positivamente para el cumplimiento de los objetivos. Por ello, la importancia de las mejoras continuas que debe tener la metodología a partir de su implementación.

Otro frente del planteamiento del problema es que gracias al mapeo bibliográfico que se logró a través de bases de datos de alto impacto, como Web of Science, Scopus y su visualización en el software VOSviewer, se identifica un vacío en el desarrollo de metodologías sobre estimación de esfuerzos para proyectos de consultoría a nivel general, pero si grandes avances en el desarrollo de software que posibilita un punto de partida para integrar la metodología a otras áreas de conocimiento.

1.3. Estructura de la memoria

La estructura que sigue el presente trabajo describe en primer el contexto del problema a abordar, luego el estado del arte con el marco teórico y las definiciones dadas para ubicar al lector en la temática referente a la estimación de esfuerzo en proyectos. Acto seguido, se desarrolló el estado del arte mediante la selección de bases de datos de alto impacto y búsqueda de bibliografía relevante de investigaciones, casos de estudio y artículos sobre la estimación de esfuerzos para la realización de mapeo bibliométrico a través de software VOSviewer.

Teniendo definida la situación actual de la temática se plantea un objetivo general para el Trabajo Fin del Máster (TFM) y proyecto a desarrollar, así como objetivos específicos que llevaran a la consecución del objetivo general. No obstante, para el logro de dichos objetivos, se describe y esboza una metodología a seguir para el presente TFM que servirá como estructura para alcanzar la meta general trazada.

El siguiente punto a trabajar es el desarrollo de la contribución del autor, donde se describen y desarrollan las técnicas escogidas y aplicadas para llevar a cabo el proceso de estimación, iniciando con la construcción de dos herramientas de recolección de datos a través de cuestionario de google forms para la selección de los

expertos y criterios tenidos en cuenta para su aplicabilidad. Seguidamente la aplicación de las técnicas de estimación ágil como Planning Poker aplicando el juicio de expertos y el modelo Stage Gate llevadas a desarrollo para lograr una estimación basadas en datos históricos y experiencias de los expertos seleccionados.

Por último, se presentan los resultados obtenidos durante el proceso de estimación y aplicados a la unidad de innovación INNOVA para llevar a cabo su validación a través de la oferta de proyectos de consultoría en I+D+i de la Facultad de Ingeniería.

2. Contexto y estado del arte

2.1. Marco teórico conceptual

Los aportes teóricos que sustentan la investigación y análisis del presente trabajo son la guía clave para el planteamiento de hipótesis que conlleve a un adecuado y correcto desarrollo de la metodología a implementar en una fase posterior; dicho contexto a su vez permite ubicar al lector en los antecedentes teóricos que soportan el desarrollo de la metodología para la estimación de esfuerzos en proyectos de consultoría en I+D+i.

2.1.1. Estimación

Según (Velarde, 2017) estimar es una actividad complicada debido a la gran cantidad de factores que influyen en el valor de la variable objeto de la predicción. Para poder realizar predicciones sobre características del proyecto actual es necesario disponer de información obtenida en proyectos pasados sobre las variables a estimar y factores que les afectan, lo cual establece una relación entre dichas variables que constituye el proceso de estimación". Así mismo, el autor afirma que han sido muchas las investigaciones que datan desde 1990 las cuales son técnicas de aprendizajes enfocadas a la estimación, mas no a la interpretación como fin de optimizar dicho esfuerzo y rediseñar las variables que intervienen en esta.

Según (McConell, 2006) "una estimación es una predicción de cuánto tiempo durará o costará un proyecto" y constituye la base para la planificación de un proyecto.

Otro concepto valido y que será de mucha utilidad para su comprensión, es el que define la Real Academia Española (RAE), la cual atribuye que estimar es "calcular, determinar o atribuir un valor de algo".

Llevado el concepto a la estadística, existen dos tipos de estimaciones: estimaciones puntuales y estimaciones por intervalos de confianza. La estimación puntual consiste

en una sola estadística de muestra que se utiliza para estimar el valor verdadero de un parámetro de población. (Mark L. Berenson, 1996, pág. 344).

Por su parte, la estimación por intervalos consiste en determinar los extremos de un intervalo en el cual se encontrará el parámetro a estimar, con una determinada probabilidad de equivocación. Este método tiene la ventaja, respecto a la estimación puntual, que siempre se acierta, no solo la estimación, sino también el intervalo dentro del cual se encontrará el parámetro a estimar. (Comité de Automoción, 2007)

A partir de las anteriores definiciones se resalta la importancia de un concepto central para la propuesta, ya que a través de la estimación se da soporte a la planificación y administración de los recursos que se requieran antes y durante el proyecto. Así mismo, la correcta estimación dará como resultado la ganancia o pérdida financiera gracias a los recursos.

2.1.2. Esfuerzo

El esfuerzo es definido según la RAE como el “empleo enérgico de la fuerza física contra algún impulso o resistencia o empleo de elementos costosos en la consecución de algún fin”.

2.1.3. Estimación del esfuerzo

Una vez definidos los dos conceptos anteriores se puede afirmar que la estimación de esfuerzos es un proceso o actividad a la cual se atribuye un valor al esfuerzo realizado por los recursos disponibles llámense humanos, tecnológicos, conocimientos y técnicos.

“La estimación del esfuerzo se puede definir como un proceso que intenta predecir con cierto grado de certeza los recursos de hardware y software, costo, tiempo y

esfuerzo necesarios para completar las actividades de un proyecto y entregar las respectivas salidas: productos o servicios”

“Estimar consiste en determinar el valor de una variable desconocida a partir de otras conocidas, o de una pequeña cantidad de valores conocidos de esa misma variable. La estimación o predicción es una valoración probabilística donde el valor que se obtiene de una estimación es el centro del rango” (Ruíz Constanten y Cordero Morales, 2013).

Los autores citados anteriormente dan cuenta de cuatro factores que influyen significativamente en las estimaciones: la complejidad, el tamaño del proyecto, el grado de incertidumbre estructural y la disponibilidad de información histórica. Estos factores dan cuenta de la experiencia de la organización tanto en el proceso propio del desarrollo de software como en la gestión de proyectos de software y su estimación.

La estimación de esfuerzo es el proceso de predecir la cantidad más realista de esfuerzo (expresado en persona/hora) que se requieren para desarrollar o mantener una aplicación o servicio a menudo basado en el conocimiento de aplicaciones o servicios similares previamente desarrollados; se acota con el costo de tiempo y dinero (Aparna et al., 2015; Mendes, 2012).

Dadas las anteriores definiciones de diferentes autores, se afirma que la estimación del esfuerzo es la base principal de todo proyecto y su gestión o ciclo de vida, ya que propende viabilizar los recursos necesarios para llevar con precisión el tiempo, costo y alcance, que es definido por el PMI como el triángulo de la triple restricción de un proyecto, ya que al ser impreciso o mal estimado alguno de estos vértices afectará directamente a los dos restantes resultando afectada la calidad del mismo.

El resultado de la estimación puede hacer la diferencia entre ganancia o pérdida de recursos y confianza en la industria (Mansor et al., 2011). Una estimación errada puede dar dos resultados: una subestimación; generando proyectos que exceden sus presupuestos e incumplen las fechas programadas, comprometiendo la calidad, o una sobreestimación, generando proyectos excesivos en costos y recursos, contribuyendo a la pérdida de oportunidades de negocio (Salvetto De León, P, 2006).

2.1.4. Consultoría

Según la Asociación Española de Empresas de Consultoría (AEC), ésta se define como la ayuda a las empresas a buscar soluciones a problemas, apoyarlas en la consecución de los objetivos empresariales marcados en su estrategia o mejorar su gestión a través de medidas viables y apropiadas para convertirlas en organizaciones de alto rendimiento.

Así mismo, se describe como una profesión que se entiende como un servicio que proporciona conocimientos y capacidades profesionales para resolver problemas prácticos. (Sin autor, 2015)

De lo anterior, puede afirmarse que aunque la consultoría busca resultados tangibles para una organización, la naturaleza de la misma es intangible, ya que parte de conocimientos y experiencias humanas.

Teniendo en cuenta lo expuesto y el planteamiento de la presente tesis, se afirma que la transferencia de conocimiento que se lleva a cabo a través de la Vicerrectoría de Investigación se materializa en la aplicación y explotación comercial en los diferentes sectores económicos demandantes de “productos” resultantes de la consultoría en innovación de las diferentes ramas de la ingeniería que conlleve a resolver problemas

sustanciales de las empresas u organizaciones locales que les permita una competitividad integral. Así mismo se atribuye que por ser de carácter humano, nos permitirá seleccionar las metodologías enfocadas a las personas más que a los mismos procesos, el cual se vio en el numeral 2.1.6.

2.1.5. Gestión de proyectos

La gestión de proyectos la define el Project Management Institute – PMI como el “esfuerzo temporal orientado a la creación de un proyecto o servicio único” al cual si se le añade el componente de **I+D+i (Investigación, Desarrollo e innovación)** se le atribuye el componente tecnológico y adquiere un peso importante. El PMI atribuye cinco grupos de procesos y nueve áreas de conocimiento a la gestión de proyectos, que serán objeto de estudio y aplicación en el desarrollo del presente trabajo.

Sin embargo, dado que no es objetivo específico ahondar en el estudio de dicha metodología pero sí recoger las buenas prácticas de esta para llevar a cabo la planificación y ejecución del proyecto, con el fin de que se cumpla su alcance con el nivel de calidad adecuado y recursos asignados; los cuales son tiempo y costos y se torna complicada su estimación y es el objetivo de la metodología de estimación a desarrollar.

2.1.6. Metodologías ágiles

Todo desarrollo de proyecto, sea tecnológico, civil o social lleva implícito cierto grado de incertidumbre, el cual debe ser mitigado a partir de planificación e implementación de técnicas apropiadas que permitan reducirlo hasta cifras mínimas y que impacten positivamente los indicadores y resultados del proyecto. Gracias a estudios y trabajos realizados por diferentes autores, se ha encontrado gran crecimiento y aplicación de

las llamadas metodologías ágiles y cómo son usadas ascendentemente por organizaciones dedicadas al desarrollo de software, ya que permiten tener mayor confiabilidad en los resultados entregados, dejando rezagados los métodos tradicionales, ya que estos son unidireccionales, de procesos rígidos, poca flexibilidad y sobre toda de muy poca comunicación con el cliente; caso contrario de los métodos ágiles los cuales son flexibles, y pueden ser modificados para que se ajusten a la realidad de cada equipo y proyecto (Cadavid, Fernández, Morales, 2013), así como su característica de alta comunicación que existen entre los socios del proyecto, permitiendo adaptarse rápidamente a los cambios y requerimientos.

Desde el origen del manifiesto ágil en el año 2001 se han venido adelantando investigaciones, casos de estudio y conferencias anuales para debatir la efectividad de las diferentes metodologías ágiles implementadas para el desarrollo de software, unas con aspectos más específicos que otras y los resultados obtenidos con cada una de estas, como son Extreme Programming (XP), Crystal Methodologies, Feature Driven Development (FDD), Lean Development (LD), entre otros. Dentro de estas y muy conocida se encuentra **Scrum**, la cual trabaja bajo un marco iterativo e incremental para el desarrollo de proyectos, productos y software el cual está orientado más personas que a procesos, razones por las cuales promueve la confianza, transparencia, colaboración, responsabilidad, disciplina y compromiso de todo el equipo en la consecución y metas de un proyecto (Toscano, Caiza, 2015)

Existen dos diferencias fundamentales de las metodologías ágiles respecto a las metodologías tradicionales tal como lo afirman (Cadavid, Fernández, Morales, 2013), la primera es que los métodos ágiles son adaptativos mas no predictivos y la segunda es que son orientados a las personas mas no a los procesos. De igual manera, los primeros tienen como característica esperada los cambios constantes de los

requerimientos así como las entregas a estos. Todo lo anterior puede resumirse en el cuadro 1 donde se muestra un comparativo entre ambas metodologías y concluye las diferencias entre ambas.

Cuadro 1. Comparación metodologías tradicionales y metodologías ágiles

Metodologías tradicionales	Metodologías ágiles
Predictivos	Adaptativos
Orientado a procesos	Orientado a personas
Proceso rígido	Proceso flexible
Se concibe como proyecto	Un proyecto es subdividido en varios proyectos más pequeños
Poca comunicación con el cliente	Comunicación constante con el cliente
Entregas al finalizar	Entregas constantes
Documentación extensa	Poca documentación

Fuente: (Levy, Romero, Pasini, 2016)

2.1.7. Innovación

Luego de definir la estimación de esfuerzos, primer concepto clave de la investigación, el segundo concepto clave hace referencia a la *innovación*, dado que la construcción metodológica que se propone va orientada justamente a estimar los esfuerzos que se requieren en la consultoría y posterior desarrollo de proyectos de innovación.

La innovación ha sido un concepto que ha acompañado a los recursos intangibles basados en conocimiento, ya que se reconoce que la producción, explotación y la

difusión del mismo son indispensables para el crecimiento económico del país considerando la integración Universidad-Empresa-Estado.

Desde los años 80 y 90 se inició un arduo trabajo en materia de desarrollo de modelos y marcos analíticos para el estudio de la innovación a partir de la implementación de las primeras encuestas, cuyos resultados indicaron la necesidad de establecer un marco conceptual y herramientas metodológicas que quedó consolidado en la primera edición del Manual en Oslo en 1992 y se ha venido actualizando conforme a las necesidades y nuevos retos presentes en la innovación. Actualmente el manual se encuentra en su cuarta edición publicada en 2018. (OECD/Eurostat, 2018)

La definición de innovación sugerida en el Manual de Oslo plantea una visión general sobre el concepto entendiéndolo tanto en términos de proceso como producto que en cualquier caso involucra unas actividades de desarrollo, financieras y comerciales.

“Una innovación es un producto o proceso nuevo o mejorado (o una combinación de ellos) que difiere significativamente de los productos o procesos anteriores de la unidad y que se ha puesto a disposición de los usuarios potenciales (producto) o se ha puesto en uso por la unidad (proceso).” (OECD/Eurostat, 2018, pág. 20)

Particularmente, una innovación de producto y proceso se entienden así:

“Una innovación de producto es un bien o servicio nuevo o mejorado que difiere significativamente de los servicios o servicios anteriores de la empresa y que se ha introducido en el mercado.”

“Una innovación de procesos de negocios es un proceso de negocios nuevo o mejorado para una o más funciones de negocios que difiere significativamente del

proceso de negocios anterior de la firma y que se ha puesto en uso.” (OECD/Eurostat, 2018, pág. 21)

Por su parte una innovación empresarial “es un producto o proceso de negocio nuevo o mejorado (o una combinación de ellos) que difiere significativamente de los productos o procesos de negocio previos de la empresa y que se ha introducido en el mercado o se ha puesto en uso por la empresa.” (Ibidem)

Otras definiciones responden a los aporte de (Ivañe, 2000) quien dice que la innovación en una empresa se basa en el manejo de sus propios conocimientos tecnológicos y en la aplicación de su know-how al desarrollo de nuevos productos o a la mejora de sus procesos tecnológicos.

Innovación se asocia con la creatividad, con la generación de nuevas ideas, “el grado de creatividad en el desarrollo de nuevos productos y diseño de procesos” (Sethi, Smith & Park, 2001, p. 10)

A nivel empresarial, la innovación consiste en introducir novedades en la gestión, en la organización o en la forma de producir e introducir novedades en los bienes o servicio. (Arias, 2016).

Ahora, con el concepto de innovación definido, es pertinente reconocer qué no corresponde con una innovación. Según la OCDE/Eurostat (2018) en el Manual de Oslo son los siguientes: cambios de rutina o actualizaciones; reemplazo o extensión de capital simple; introducciones de productos que solo involucran cambios estéticos menores; las empresas dedicadas a la producción personalizada producen bienes o servicios únicos y, a menudo, complejos para la venta en el mercado (Ejemplo, juegos de computadora, películas) o según los pedidos de los clientes (Ejemplo: edificios, plantas de producción, sistemas logísticos, maquinaria, informes de consultoría).

2.1.8. Gestión de la innovación

La gestión de la innovación incluye todas las actividades sistemáticas para planificar, administrar y controlar los recursos internos y externos para la innovación. Esto incluye cómo se asignan los recursos para la innovación, la organización de responsabilidades y la toma de decisiones entre los empleados, la gestión de la colaboración con socios externos, la integración de aportes externos en las actividades de innovación de una empresa y las actividades para monitorear los resultados de la innovación y para apoyar aprendiendo de la experiencia. La gestión de la innovación incluye actividades para establecer políticas, estrategias, objetivos, procesos, estructuras, roles y responsabilidades para hacer frente a la gestión de la innovación en relación con la eficiencia de los gastos en actividades de innovación para generar ventas u otros resultados de innovación.

Las prácticas de gestión de la innovación son relevantes para las empresas activas en innovación, aunque el grado de formalidad y la complejidad de estas prácticas pueden diferir considerablemente entre las empresas. Los encuestados de firmas que solo tienen innovaciones ad hoc basadas en la adquisición o arrendamiento de activos tangibles pueden no reconocer que su firma tiene prácticas de gestión de la innovación. Como las actividades de gestión de la innovación no son relevantes para las empresas no innovadoras, se recomienda recopilar datos cualitativos sobre las prácticas de gestión de la innovación solo para empresas activas en innovación.

Una práctica de gestión de la innovación que es potencialmente relevante para todas las empresas está buscando fuentes de ideas para la innovación. Las empresas que buscan ideas en fuentes externas no estarán activas en la innovación si deciden no desarrollar una idea durante el período de observación. Se recomienda recopilar datos

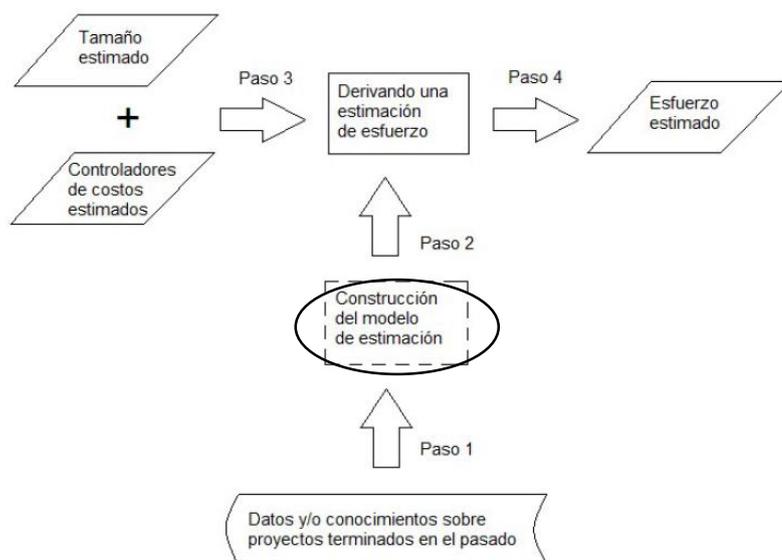
sobre actividades de búsqueda en preguntas sobre fuentes de conocimiento para la innovación para todo tipo de empresas, si es posible. (OECD/Eurostat, 2018, pág. 91)

2.2. Análisis del estado actual en la estimación de esfuerzos

2.2.1. Pasos para estimación de esfuerzo

Teniendo la definición dada en el numeral 2.1.4 respecto a estimación de esfuerzo, se toma un bosquejo de lo que representa un proceso de estimación, el cual es una guía ilustrativa a nivel general de lo que se aplicó en el desarrollo del presente trabajo y la secuencia de pasos lógicos que se deben llevar a cabo para lograr el objetivo planteado que es lograr determinar el esfuerzo estimado para los proyectos de consultoría en innovación para la Facultad de Ingeniería a través de la construcción del modelo de estimación. La ilustración 3 muestra los cuatro pasos que conllevan a estimar el esfuerzo a partir de conocimientos sobre proyectos terminados en el pasado, o datos recolectados de cada uno de los expertos.

Ilustración 3. Pasos para estimación de esfuerzo



Fuente: (Serrano, 2017)

2.2.2. Métodos aplicados para la estimación de esfuerzos

Un estudio en Noruega proporcionó una visión general de los métodos de estimación que aplican las compañías en dicho entorno para estimar sus proyectos de software (Moloekken-OEstvold et al., 2004). El método de estimación dominante en estas empresas es el Juicio de Expertos, igual que 10 o 20 años atrás, sin presentar mejoría en los resultados de la estimación al usar métodos formales.

Un estudio acerca de las fortalezas y debilidades de las prácticas de estimación en la industria de software de Pakistán, donde el foco principal es el análisis de las deficiencias de las organizaciones respecto de CMMI Nivel 3, reveló que las compañías utilizan principalmente métodos heurísticos para estimar sus proyectos de software, en especial el Juicio de Expertos en combinación con Delphi, y allí se propone implementar los métodos formales junto a los heurísticos (Nasir y Ahmad, 2006).

Un estudio realizado en empresas de software de Kuala Lumpur y Selangor con el fin de conocer las corrientes de estimación de costos de la comunidad de desarrollo de Malasia, nuevamente mostró como preferencia de la industria local del software para estimar sus proyectos el método de Juicio de Expertos. Sin embargo, el método COCOMO II en esta industria también se utiliza ampliamente. En el estudio se concluye que la integración de estos podría generar estimaciones más precisas de los costos de los proyectos de software (Mansor et al., 2011).

Un estudio realizado en la industria de software de Colombia en ciudades principales como Bogotá, Medellín, Bucaramanga y Cali por empresas certificadas en CMMI-DEV v1.2 permitió encontrar un uso intensivo del método de estimación de Juicio de Expertos y mostró la necesidad de fortalecer las bases de datos históricas de los

proyectos de software o, en su defecto, de usar las bases internacionales de conocimiento para integrar con los modelos de estimación existentes en la industria. Las empresas reconocieron que tienen mucho por mejorar en sus procesos de estimación y se destacó el aporte de las prácticas de calidad como apoyo a la estimación (Páez, 2012).

Ahora, al considerar el modelo Stage-Gate, en Colombia la literatura no relata experiencias relacionadas con su implementación en la industria. Algunos autores sugieren propuestas para el DNP basadas en el Modelo. Específicamente, Beltrán, Andrade y Gómez (2016) sugieren una propuesta para el desarrollo de productos innovadores en entornos colaborativos dentro de los núcleos de innovación basados en el modelo.

A pesar del auge de las técnicas de soft computing, los casos de estudio de empresas de entornos locales muestran que el Juicio de Expertos en las empresas locales es la técnica más altamente difundida, aceptada y empleada para pronosticar esfuerzos de sus proyectos de desarrollo de software, pero son recientes las nuevas propuestas basadas en la combinación con dicha técnica de estimación. Esta tendencia se refuerza con los conceptos que emiten algunos autores en el tema (Jørgensen, 2004); (Jørgensen, Boehm, y Rifkin, 2009); (Macdonell y Shepperd, 2003); (Mendes, 2012); (Robilo, 2013); (Santos, 2014); (Velásquez H., Dyner R., y Souza, 2006), que en sus investigaciones plantean la complementariedad del Juicio de Expertos con modelos o técnicas para mejorar de manera significativa la precisión de la estimación.

Según Jørgensen y Shepperd (2007), Jørgensen (2004), Jørgensen (2007), Jørgensen, Boehm y Rifkin (2009), el método más aceptado en la industria de software para la estimación de esfuerzo es el Juicio de Expertos.

Aunque son pocas las propuestas, varios autores encuentran beneficios en la combinación del Juicio de Expertos con los modelos y técnicas de estimación. Jørgensen (2004) y Jørgensen et al. (2009) reconocen la importancia del Juicio de Expertos pero, además, sugieren la necesidad de combinar esta técnica con modelos en la búsqueda de una mejor estimación.

Macdonell y Shepperd (2003) realizan la misma sugerencia dada el alto grado de interdependencia entre las estimaciones basadas en los modelos clásicos de estimación y la estimación por expertos, lo que dificulta seleccionar el método de estimación más preciso. Por ello, proponen como solución la combinación de los modelos (Robiolo y Santos, 2013).

Jørgensen y Shepperd [3] afirman que existen pocos investigadores interesados en este tema y que además es necesario definir un marco adecuado para el desarrollo de trabajos de calidad. Los autores proponen realizar las siguientes mejoras: estudios que den soporte al método de estimación basadas en el Juicio de Expertos en lugar de reemplazarlos por otros métodos de estimación.

En conclusión, todas las consideraciones anteriores permiten ofrecer aportes más sólidos a la justificación del trabajo en tanto el interés por la técnica de estimación de esfuerzos basada en el Juicio de Expertos, atendiendo a la necesidad real de aplicar la metodología y dar soporte en la estructuración de la unidad de negocio de la Facultad de Ingeniería.

2.3. Definición de métodos usados para la estimación de esfuerzos

2.3.1. Juicio de expertos

El Juicio de expertos es cuando la estimación se basa en la experiencia de una o más personas que están familiarizadas con el desarrollo de aplicaciones de software similares a la que se intenta estimar” (Hughes, 1996).

Estadísticamente, una estimación puede basarse en una distribución beta, calculado el esfuerzo E así: $E = (o + 4r + p)/6$ donde o es una estimación optimista, r es una estimación realista y p es una estimación pesimista (Mendes, 2008).

Morales y Cooke (2010) expresan que el juicio del experto se emplea cuando los parámetros de interés de un problema no son medibles y, en cambio, existe la experiencia, teorías y mediciones relevantes al mismo.

La estimación experta se basa en un proceso de razonamiento no explícito ni replicable, es decir, la intuición. Incluso, los métodos formales de estimación de esfuerzo requieren del juicio experto como parámetro de entrada (Santos, 2014).

Según (Ribioló, Santos, 2016), esta estrategia de estimación se lleva a cabo por una persona reconocida como un experto en la tarea, y una parte significativa del proceso de estimación se basa en un proceso de razonamiento no explícito y no recuperable, es decir, "la intuición". Así mismo exponen en su caso de estudio que el juicio de expertos es el método de estimación dominante, más ampliamente usado no solo en el área de desarrollo de software sino también en otras áreas tales como negocios, salud, educación, etc.

Un estudio en Noruega proporcionó una visión general de los métodos de estimación que aplican las compañías en dicho entorno para estimar sus proyectos de software (Moloekken, Oestvold et al, 2004). Este estudio demostró que el método de estimación dominante en estas empresas es el Juicio de Expertos, igual que 10 o 20 años atrás, sin presentar mejoría en los resultados de la estimación al usar métodos formales. Un estudio acerca de las fortalezas y debilidades de las prácticas de estimación en la industria de software de Pakistán, donde el foco principal es el análisis de las deficiencias de las organizaciones y reveló que las compañías utilizan principalmente métodos heurísticos para estimar sus proyectos de software, en especial el Juicio de Expertos en combinación con Delphi, y allí se propone implementar los métodos formales junto a los heurísticos (Nasir y Ahmad, 2006).

2.3.2. Modelo Stage – Gate

Stage – Gate es un proceso de negocio para crear valor y gestionar el riesgo de innovación, diseñado para que una organización transforme de forma rápida y rentable sus mejores nuevas ideas en productos y servicios exitosos. Este modelo trabaja bajo la premisa de Idea a lanzamiento, el cual cumple con un proceso de conceptualización, desarrollo y comercialización de productos y servicios. Según (Cruz, Puente, 2012) parte de una evaluación inicial de la idea del producto evolucionando a un análisis más detallado y en cuenta aspectos fundamentales de mercado, técnicos, financieros y factores claves relativos al negocio.

El modelo Stage - Gate es adaptable y permite su redimensionamiento a diferentes proyectos con niveles de riesgo distintos: desde desarrollos profundos, teniendo complejos y muy riesgosos, hasta extensiones y modificaciones de bajo riesgo (Cooper, 2006).

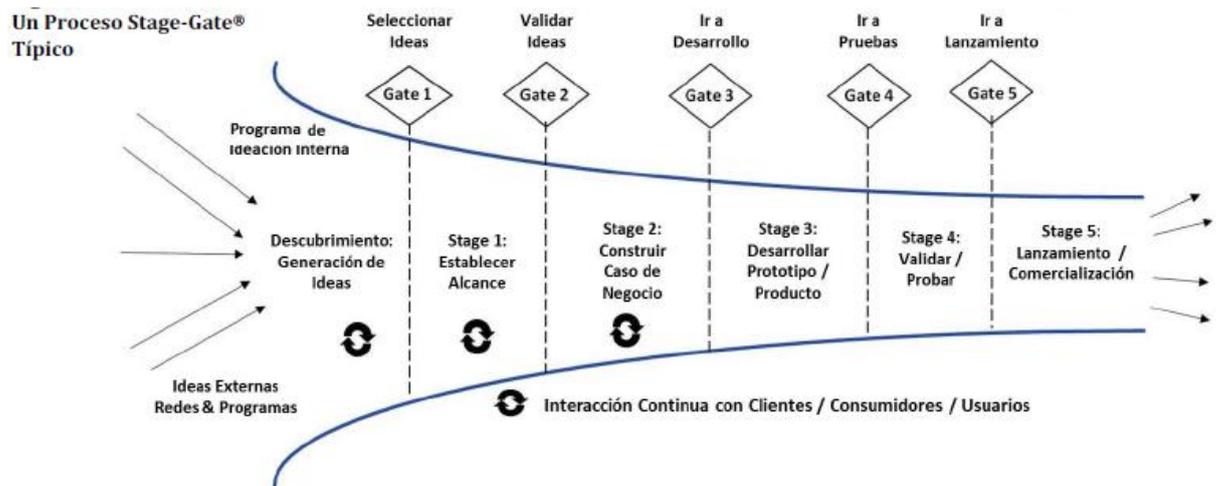
El modelo **Idea a Lanzamiento** es el estándar de la industria para la gestión de la excelencia en innovación de productos, por lo que logra integrar hábilmente numerosas mejores prácticas en un repositorio fácil de entender para el logro del éxito. Su diseño involucra a los usuarios de todos los niveles de decisión y funciones, lo que permite una ejecución con calidad, decisiones oportunas de Avanzar/Parar, alineación y velocidad. Así mismo, se basa en creencia que la innovación empieza con las ideas y termina una vez el producto es lanzado al mercado.

Según (Arias, 2016), el desarrollo de nuevos productos innovadores siempre ha estado ligado a las empresas que cuentan con las capacidades y recursos para llevar a cabo el proceso de innovación sin el apoyo de entidades externas, sin embargo este plantea que se debe promover la conformación de núcleos de innovación donde se estructure el proceso y se agregue valor a los productos y servicios a través de la unión estratégica de la Universidad, la empresa, el estado y la sociedad.

- **Funcionamiento del proceso Stage – Gate**

Teniendo en cuenta la anterior descripción, se puede modelar a nivel ilustrativo el proceso típico de Idea a Lanzamiento en sus diferentes etapas e involucrados durante su desarrollo, expuesto en la ilustración 4.

Ilustración 4. Proceso típico Stage - Gate



Fuente: Stage Gate Inc.

Como se puede observar, un proyecto está determinado por etapas, las cuales están diseñadas para recopilar información específica para mover el proyecto a la siguiente etapa o compuerta y cada etapa está definida por cada una de las actividades dentro de ella, las cuales se completan en paralelo, permitiendo avanzar rápidamente en el proyecto y poder disminuir progresivamente la incertidumbre implícito en este. El modelo típico de Stage – Gate presenta 5 etapas o stages vistas en la anterior ilustración y que se definen a continuación.

- Generación de ideas: diseñado para iniciar el proceso y descubrir las oportunidades de negocio.
- Stage 1 – Alcance: consta en gran parte de investigación documental y definición de alcance del proyecto, así como la conceptualización del producto y evaluación de las necesidades percibidas y oportunidades existentes en el mercado a través de benchmarking, etapa de bajo costo.
- Stage 2 – Caso de negocio: consta de una investigación más detallada donde se define el producto del proyecto y plan de desarrollo, involucrando a clientes, técnicas y mercado, es decir, realización de un estudio de factibilidad.

- Stage 3 – Desarrollo de prototipo: involucra el desarrollo de operaciones o producción requerida para el desarrollo del producto.
- Stage 4 – Validación: de la propuesta y pruebas del producto.
- Stage 5 – lanzamiento: del producto final para su producción o implementación en el mercado.

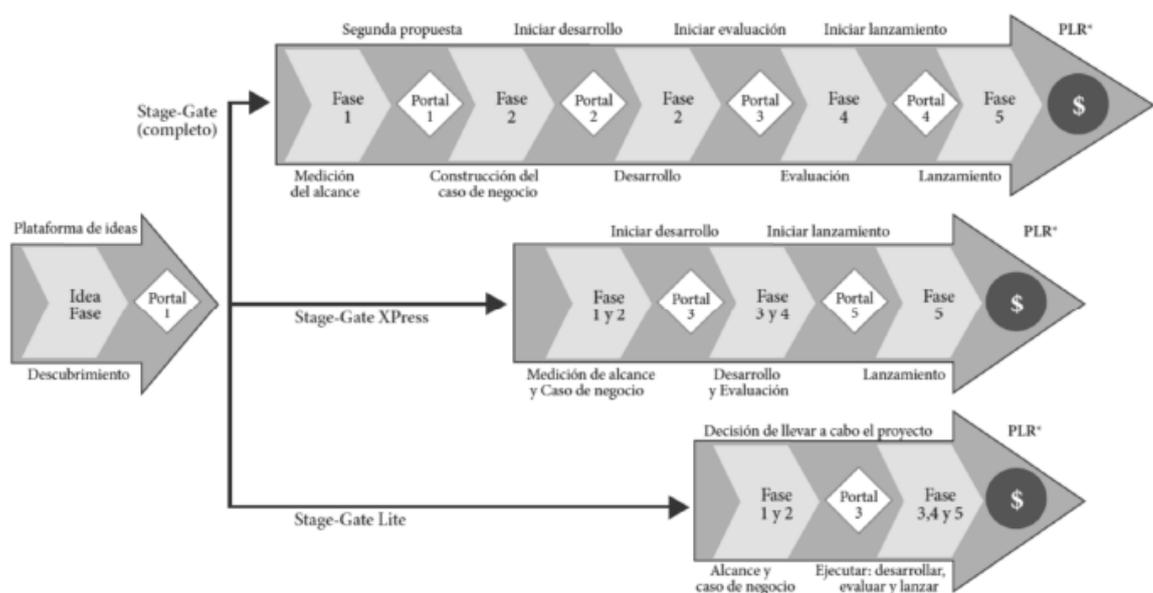
Cada una de las etapas pasa a través de una compuerta en donde se toma la decisión de avanzar o no a la siguiente (avanzar/parar), las cuales actúan como puntos de control de calidad del proyecto y filtros que incrementan su nivel a medida que se avanza en el desarrollo y que tienen como objetivos específicos evaluar la justificación del proyecto, el aseguramiento de la calidad y aprobar los recursos y el plan. Este modelo como precursor de las buenas prácticas de gestión de proyectos, tiene entregables, los cuales están a cargo del líder del proyecto que a su vez junto al equipo proporcionan a los decisores o gatekeepers los resultados de las actividades de la etapa anterior.

Adicional a los entregables, cada proyecto es medido a partir de seis (6) criterios de decisión o éxito totalmente probados, los cuales deben ser robustos de tal manera que ayuden a identificar los productos que serán exitosos. Los criterios son los siguientes:

- Ajuste estratégico
- Producto o ventaja competitiva
- Atractivo del mercado
- Factibilidad técnica
- Sinergias/competencias básicas
- Recompensa financiera/riesgos

Teniendo en cuenta que las fases anteriores consumen recursos y no todos los proyectos son complejos, y que gracias a la adaptación que presenta el modelo, Cooper (2006) plantea que no necesariamente debe pasar por las 5 fases. A raíz de esto, el proceso se transformó en múltiples versiones para encajar con las necesidades del negocio y del proyecto, Stage – Gate Xpress para procesos de riesgos moderados y Stage – Gate Lite para solicitudes de marketing y/o ventas. En la ilustración 5 se muestra las tres versiones del modelo, y como cada una encaja de acuerdo a las necesidades del proyecto y negocio.

Ilustración 5. Versiones de modelo Stage - Gate



Fuente: Arias, J. C. (2016)

Cooper (2009) comenta como en Procter and Gamble el modelo Stage Gate se adaptó y evolucionó junto a la compañía de acuerdo a sus necesidades. Allí se establecieron un modelo con puertas más ligeras y simples.

Para Devia (2007) este sistema de “puertas” debe ser entendido como un sistema de medida de resultados, donde el objetivo es medir el modo en que los fines de la compañía son conseguidos a través de las distintas etapas del proceso de creación,

con el fin de controlar el proceso de desarrollo de nuevos productos e incrementar su éxito y resultados.

Gracias a estas adaptaciones, es posible decir que este modelo se ajusta perfectamente a la hora de llevar a cabo el proceso de estimación en proyectos de consultoría en innovación para el cual se diseña y establece el presente trabajo.

2.3.3. Planning Poker

Planning Poker o planificación del póquer es una técnica de estimación para proyectos ágiles propuesta en un inicio por Grenning en el año 2002 y popularizada por Mike Cohn, la cual permite hacer una estimación inicial rápida del proyecto. Esta estimación se realiza de manera consensuada con base en los requisitos y está basada en una serie de pasos lógicos que conlleva al logro de una estimación de acuerdo a una métrica de los puntos de historia que se verá en el siguiente numeral.

Esta técnica es un enfoque que combina las opiniones de los expertos, analogías y desagregación que resulta en estimaciones rápidas y confiables. (Ribioló, Santos, 2016).

El procedimiento de la aplicación de la técnica está dado por los siguientes pasos:

1. El propietario del producto con mayor conocimiento explica la historia de usuario a los miembros del equipo, los cuales luego de la explicación discuten la historia de usuario y realizan las preguntas que generen dudas y así poder aclararlas.
2. Cada miembro del equipo analiza la historia en forma privada, y posterior a esto selecciona una de las cartas con la estimación que se crea la correcta y la coloca boca abajo en la mesa.

3. Luego de que todos los miembros del equipo hayan colocado sus cartas se levantan de manera simultánea todas las cartas para revisar la estimación asignada a la historia de usuario. A las personas con estimaciones altas o bajas se les pide que expliquen y argumenten su valoración, se retoman las cartas y la discusión continua.
4. Los miembros del equipo luego de la discusión seleccionan otra carta con la estimación que consideren, la cual puede variar a la seleccionada anteriormente. El ciclo debe continuar hasta llegar a un consenso con todos los miembros del equipo. Este proceso se realiza con cada una de las historias.

Esta técnica resulta efectiva por al menos dos razones, la primera es que une la opinión de expertos en distintas disciplinas, cuya estimación tiende a ser más precisa que la que se logra individualmente, lo que resulta válida para lograr una óptima estimación por su orientación a las personas y su experiencia. La segunda razón es que supone que la discusión grupal a través de la planificación del póquer ayuda a identificar actividades que los estimadores individuales podrían pasar por alto proporcionando así estimaciones más precisas (Mahnic, Hovelja, 2012); por lo que también se puede decir que si los participantes estiman valores muy dispares es que alguno sabe algo que otros no saben, atribuido a posible factores como experiencia, creatividad, entorno organizacional, conocimientos y riesgos.

El objetivo del Planning Poker no es obtener estimaciones que puedan ser confirmadas más adelante, sino ofrecer un proceso de estimación o aproximación que sea rápido y ágil para obtener valores útiles para que el equipo pueda estimar la pila de producto o planificar el sprint.

Todo el proceso iterativo descrito anteriormente establece lo que se denomina como velocidad del equipo, el cual es un factor que permite determinar la capacidad del trabajo en equipo en el sprint, que en primera instancia se basa en la recopilación de la información del sprint inicial al finalizarlo, es decir, al iniciar el Sprint se puede estimar una velocidad de N puntos de usuario pero solo al final de la Sprint se podrá verificar cuantos puntos de usuario fueron realizados totalmente, lo cual dará la velocidad real del equipo durante la Sprint. Para estimar la velocidad a utilizarse en el sprint de un proyecto se puede utilizar la velocidad real del equipo en el último sprint como valores referenciales. Sin embargo, una mejor forma de realizar la estimación de la velocidad es a partir de cálculos analíticos que involucre los siguientes factores:

- **Duración del Sprint:** corresponde a la duración del sprint en días laborales, sin incluir fines de semana.
- **Disponibilidad del equipo:** corresponde a los días disponibles de cada miembro del equipo durante la duración del sprint. La suma de todos los días disponibles de todos los miembros del equipo es conocido como **días-hombre disponibles**.
- **Factor de dedicación:** correspondiente a una estimación de que tan concentrado va a estar el equipo durante el sprint, y puede ser calculado utilizando la velocidad real del último sprint o la media de los últimos sprint con

la siguiente fórmula: $Factor\ de\ dedicación = \frac{Velocidad\ real}{Días-hombres\ disponibles}$

2.3.4. Story Points

Los puntos de historia son una métrica de estimación relativa al esfuerzo y tamaño, es decir, se estima en función de la diferencia relativa entre una historia de usuario y otra (Toscano, Caiza, 2015).

Los Story Points o puntos de historia indican el tamaño y la complejidad dado un User Story con relación a otro story que son parte del proyecto. Determinar el número de Story Points en cada story es subjetivo. Los Story Points permiten estimar esfuerzo sin tratar de estimar cuanto tiempo tomará.

Según (Iglesias, 2011) algunos desarrolladores estiman los Story Points basados en la experiencia y conocimientos, a partir de ahí, hacen un estimativo del desgaste que empleará la realización de esa tarea; es así como son asignados los niveles de los Story Points. Así mismo, afirma que los Story Points son una medida de complejidad y esfuerzo y son usados para el desarrollo de productos donde se incluye el riesgo e incertidumbre, lo que concluye que finalmente un punto de historia está dado por la siguiente formula:

$$\textit{Story Points} = \textit{esfuerzo} + \textit{complejidad} + \textit{riesgo}$$

Lo anterior afirma y nos permite establecer que dicha técnica es apropiada para llevar a cabo el proceso de estimación ya que tiene en cuenta la experiencia e intuición del experto a la hora de realizar su estimación. Sin embargo, para dar soporte al proceso existe una escala que ayuda a estandarizar esa estimación a través de la secuencia de valores 0, ½, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 20, 40, 100, donde el valor cero significa que la Story ya fue realizada. Los Story Points no intentan asignar la duración de cada Story, sino que permiten una comparación entre las tareas, aludiendo a la analogía de la que pueden partir los expertos a la hora de dar valor a la actividad que se esté estimando.

2.3.5. Enfoque de objeto

El enfoque de objeto para la medición de la innovación recopila datos sobre una innovación única, "focal" (el objeto del estudio), en contraste con el enfoque del tema, que se centra en la empresa y recopila datos sobre todas sus actividades de innovación (el tema). El objetivo principal del enfoque de objeto no es producir estadísticas de innovación agregadas, sino recopilar datos con fines analíticos y de investigación. El método también puede proporcionar información útil para fines de control de calidad sobre cómo los encuestados interpretan las preguntas sobre la innovación y sobre si exageran, denotan o informan incorrectamente.

El método de objeto puede identificar innovaciones focales a través de evaluaciones o juicios de expertos, o mediante anuncios de innovaciones en publicaciones comerciales (Kleinknecht y Reijnen, 1993; Santarelli y Piergiovanni, 1996; Townsend, 1981) o fuentes en línea (sitios web de empresas, informes, anuncios de inversores, etc.).

Un método alternativo para usar el método de objeto es incorporar el enfoque de objeto dentro de una encuesta de innovación basada en el sujeto. Además de las preguntas sobre todas las actividades de innovación de la empresa, un módulo de preguntas puede centrarse en una innovación única. DeBresson y Murray (1984) fueron los primeros en usar una versión de este método como parte de una encuesta de innovación en Canadá. Más recientemente, este enfoque se ha utilizado en encuestas de empresas comerciales, por ejemplo, Statistics Canada y la Oficina de Estadísticas de Japón, investigadores académicos en Australia (O'Brien et al., 2014, 2015) y los Estados Unidos (Arora, Cohen y Walsh, 2016), y en encuestas de innovación en el sector gubernamental (Arundel et al., 2016).

La inclusión del método de objeto en una encuesta de innovación basada en el sujeto tiene varias ventajas sobre el uso de expertos o anuncios para identificar innovaciones focales. Primero, puede obtener información sobre una innovación focal para una muestra representativa de todas las empresas innovadoras, mientras que otros métodos serán propensos a sesgos de autoselección. En segundo lugar, puede recopilar datos sobre todo tipo de innovaciones. El uso de expertos o anuncios para identificar innovaciones producirá un sesgo hacia innovaciones exitosas de productos. En tercer lugar, puede recopilar información sobre innovaciones que son nuevas solo para la empresa, o que no son lo suficientemente novedosas para ser reportadas en línea o en revistas comerciales. Por lo tanto, se recomienda, cuando sea rentable, recopilar datos sobre una innovación focal a través de encuestas representativas. (OECD/Eurostat, 2018)

2.4. Actividades y gestión de la innovación

Considerando que la gestión de proyectos y consultorías ofrecidas por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Caribe buscan establecer alianza con la empresa, es importante reconocer las actividades de innovación que todas ellas pueden realizar ya que dichas actividades en efecto pueden resultar en una innovación.

Dentro de la conceptualización sobre innovación ya se dijo que las actividades en esta materia correspondían a las de desarrollo, financieras y comerciales, sin embargo, la organización de las actividades de innovación varía mucho entre las empresas. Según el Manual de Oslo (2018) algunas empresas gestionan sus actividades de innovación a través de proyectos o programas de innovación bien definidos con presupuestos

dedicados, para los cuales una innovación representa un hito inmediato o final. Otras firmas integran principalmente sus actividades de innovación en las operaciones comerciales regulares y trabajan para realizar mejoras continuas en sus productos y procesos comerciales, mientras que otras firmas se dedican principalmente a actividades de innovación sobre una base ad hoc.

Ahora, atendiendo a la conceptualización ofrecida sobre innovación, la OEDE/Eurostat (2018) en el Manual de Oslo definen que las actividades de innovación que pueden realizar las empresas se pueden identificar en ocho tipos; mismas que dependiendo de la empresa y sus propósitos pueden llegar a tener relación entre sí.

1. Actividades de investigación y desarrollo experimental (I + D).
2. Ingeniería, diseño y otras actividades de trabajo creativo.
3. Actividades de marketing y equidad de marca.
4. Actividades relacionadas con la Propiedad Intelectual.
5. Actividades de capacitación para empleados.
6. Desarrollo de software y actividades de base de datos.
7. Actividades relacionadas con la adquisición o arrendamiento de activos tangibles.
8. Actividades de gestión de la innovación.

3. Objetivos concretos y metodología de trabajo

Los objetivos que se proponen a continuación son la base para el desarrollo del presente proyecto y metodología usada para lograr cada uno de estos.

3.1. Objetivo del trabajo Fin del Máster

Desarrollar una propuesta o contribución de gran valor para la gestión de un proyecto Tipo 2 para el Trabajo de Fin de Master (TFM).

3.2. Objetivo general del proyecto

Diseñar una metodología para la estimación de esfuerzos en proyectos de consultoría en innovación para la Unidad INNOVA de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Caribe.

3.3. Objetivos específicos

- Realizar un mapeo bibliométrico de investigaciones, tesis, artículos y casos de estudio en bases de datos de alto impacto acerca de la estimación de esfuerzos.
- Diagnosticar la oferta de productos o procesos de investigación y recurso humano experto asociado a la Facultad de Ingeniería.
- Seleccionar las técnicas para la metodología de estimación de esfuerzos aplicable a proyectos de consultoría en innovación luego de su respectiva validación.

3.4. Metodología del trabajo

Para lograr el objetivo del presente Trabajo Fin de Máster se consideró la siguiente ruta para responder a las actividades que involucra el desarrollo de los objetivos específicos.

En primera instancia, se seleccionaron dos bases de datos bibliográficas de alto impacto investigativo que son: **Web of Science y Scopus**, escogidas por su acceso a través de la Biblioteca Virtual de Universidad Internacional de la Rioja (UNIR) y relevancia en aportes científicos a través de artículos, revistas, libros y otras publicaciones en muchos campos del conocimiento. Las consultas realizadas se estructuraron a través de un protocolo de búsqueda, criterios de inclusión y exclusión y un algoritmo de búsqueda para finalmente llevar a software de análisis llamado VOSviewer que permita visualizar las co-relaciones de publicaciones del tema aquí investigado.

Dadas las consultas, se logró evidenciar que existe un vacío investigativo de técnicas aplicadas a la estimación de esfuerzos para proyectos de consultoría, por lo que se concluye que es justificable trabajar técnicas cualitativas como juicio de expertos aplicada a modelos de estimación ágil como Planning Poker y Stage Gate, que aportan gran utilidad en el levantamiento de datos y aplicabilidad en la unidad de negocios de la Facultad de Ingeniería. No obstante, se encontró que el *enfoque objeto* que establece la OECE en alianza con Eurostat contribuye al trabajo cualitativo ya que su objetivo principal no es producir estadísticas de innovación agregadas, sino recopilar datos con fines analíticos y de investigación. El método también puede proporcionar información útil para fines de control de calidad sobre cómo los encuestados interpretan las preguntas sobre la innovación y sobre si exageran, denotan o informan incorrectamente.

Una vez definidas las técnicas para la metodología de estimación, se identificó a través de dos instrumentos de recolección de datos la oferta de productos de investigación de la Facultad de Ingeniería y una primera aproximación de los expertos que asociados a la Universidad pueden apoyar la recolección de datos sobre gestión de

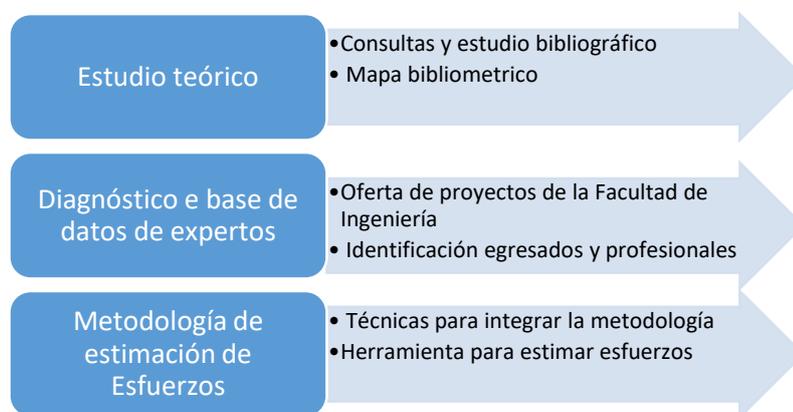
proyectos en innovación. Para la selección de los expertos se tuvo en cuenta los siguientes criterios: experiencia, publicaciones, consultorías, proyectos, trabajos realizados, nivel académico e innovaciones realizadas.

Es importante aclarar que para la base de datos de los profesores (expertos) se hizo una consulta, análisis y caracterización de la experiencia a través del Currículum Vitae de Latinoamérica y el Caribe o CvLAC de Colciencias, la cual es una herramienta informática de investigadores, innovadores, académicos y expertos del Sistema Nacional Ciencia, Tecnología e innovación – Ctel.

Teniendo la información anterior, por último se consideraron las técnicas que integraron la metodología de estimación de esfuerzos para la Unidad de Negocios Innova de la Universidad Autónoma del Caribe. Considerando una futura validación y ajustes que permitan su posterior aplicabilidad basada en acciones de mejora.

La metodología del trabajo anteriormente descrita se resume esquemáticamente bajo la figura 1. Así mismo, la estructura anterior está basada en un proyecto Tipo 2 según los criterios del TFM, donde se pone en práctica lo estudiado y aprendido durante el Máster como la Metodología de Gestión y Dirección de Proyectos.

Figura 1. Metodología de trabajo



Fuente: elaboración propia

4. Desarrollo específico de la contribución

Este capítulo desarrollará específicamente el trabajo de la metodología propuesta para la obtención de resultados y conclusiones.

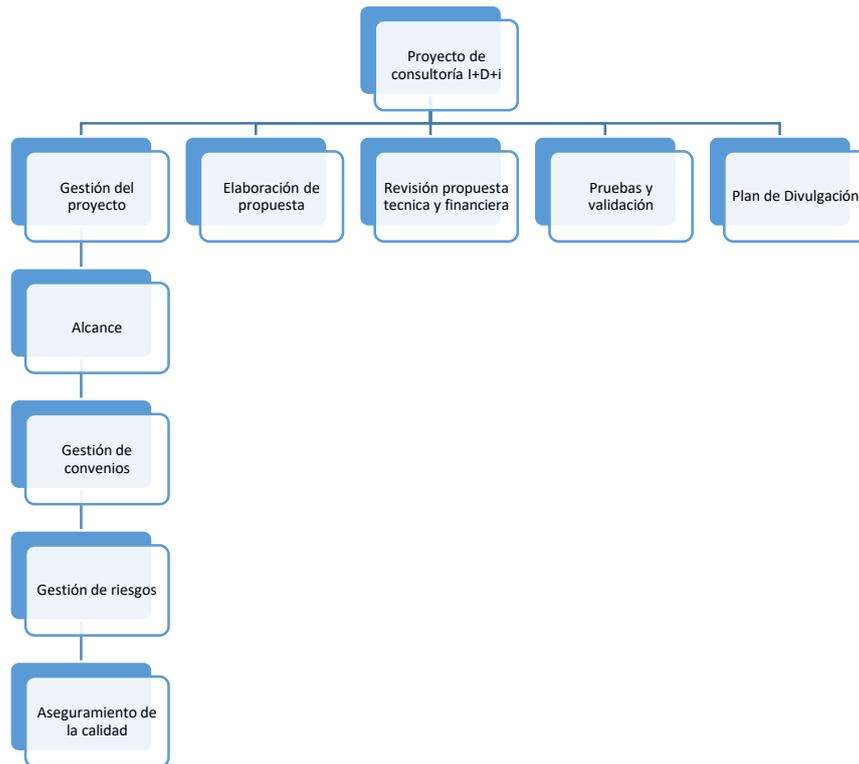
La metodología Planning Poker y Stage Gate combinadas con el Enfoque Objeto que específicamente busca orientar la gestión de proyectos hacia la innovación, sustentan la estructura de la propuesta hacia la estimación de esfuerzos en la gestión de proyectos.

Dicha combinación de metodologías son potencialmente aplicables gracias a la poca investigación o trabajos realizados en proyectos de consultoría en innovación, por lo que se atribuye la novedad al presente trabajo. Los resultados esperan ser aplicados para su validación a la Unidad de Innovación Innova de la Facultad de ingeniería.

4.1. Estructura del proyecto

Como se pudo observar en el diagrama de flujo de información, un proyecto de consultoría estaría definido por la siguiente estructura desglosada en paquetes de trabajo o bien llamada Estructura Desglosada del Trabajo – EDT. Cabe aclarar que los paquetes de trabajo serán construidos de manera progresiva por tratarse de un proyecto de investigación.

Ilustración 6. EDT Proyectos de consultoría en I+D+i



Fuente: Elaboración propia

4.2. Descripción de los paquetes de trabajo

Ilustración 7. PT1 Coordinación y gestión del proyecto

Número del paquete de trabajo	PT1	Fecha inicial: Fecha final:
Título de paquete de trabajo	Coordinación y gestión del proyecto	
Líder del paquete	Director del proyecto	
Participantes	Director de proyecto, líder de paquete de trabajo, expertos y empresa	
Objetivo:		
En este paquete de trabajo se desarrollará todo lo concerniente a la gestión administrativa del proyecto, contemplando cada una de las actividades técnicas propias del proyecto como es cronograma, presupuesto, calidad y recursos.		

Gestión del proyecto:

Las tareas de este paquete de trabajo están determinadas por las siguientes actividades de índole administrativas y técnicas:

- Planificación del proyecto, donde se definirá el alcance del proyecto a desarrollar así mismo como el cronograma de trabajo propuesto
- Gestión de convenios interadministrativos
- Gestión de riesgos
- Aseguramiento de la calidad

Gestión técnica:

La gestión técnica está precedida por la conformación de las siguientes actividades:

- Reunión de inicio del proyecto o Kick-Off de todos los participantes interesados en la elaboración del proyecto de consultoría I+D+i
- Coordinación de las reuniones técnicas del consorcio
- Reuniones de seguimiento a cronograma e indicadores del proyecto
- Definir y gestionar requisitos del proyecto

Entregables de PT1

Los entregables que constituyen el PT1 son los siguientes:

E1.1: acta de constitución del proyecto donde se da inicio al proyecto de consultoría (I+D+i), donde quedará plasmado el alcance del proyecto, cronograma de trabajo, presupuesto, objetivos medibles, responsables y autoridades del proyecto.

E1.2: Informes de gestión en cuando a cronograma, presupuesto e indicadores.

E1.3: Producto terminado (implementación metodología)

Criterios de calidad de aceptación

- Plan operativo de trabajo detallado que sirva como herramienta de seguimiento – Un (1) documento
- Documento del Plan de Gestión de la calidad – Un (1) documento
- Acta de constitución firmada entre las partes para dar inicio al proyecto – Un (1) documento
- Al menos 5 informes técnicos presentados en formato digital y física.

Ilustración 8. PT2 Elaboración de la propuesta

Número del paquete de trabajo	PT2	Fecha inicial: Fecha final:
Título de paquete de trabajo	Elaboración de la propuesta	
Líder del paquete	Coordinador de proyecto	
Participantes	Director de proyecto, coordinador de proyecto y expertos en innovación.	
Objetivo: este paquete de trabajo pretende desarrollar toda la investigación documental y conceptual de la propuesta, definir el alcance y evaluar las necesidades y oportunidades partiendo de las identificadas por la empresa.		
Estudio del proyecto En este se busca estructurar la propuesta basados en criterios de los expertos en innovación teniendo en cuenta trabajos, datos históricos ofrecidos por la entidad contratante y proyectos análogos que hayan tenido o no éxito en su implementación.		
Entregables de PT2 Los entregables que constituyen el PT2 son los siguientes: E2.1: Documento de la propuesta E2.2: Diagnóstico inicial de la empresa Criterios de calidad de aceptación <ul style="list-style-type: none"> • Aprobación formal de la propuesta por parte de empresa – 1 documento • Al menos un (1) Informe de aceptación de diagnóstico firmado por las partes 		

Ilustración 9. PT3 revisión de propuesta

Número del paquete de trabajo	PT3	Fecha inicial: Fecha final:
Título de paquete de trabajo	Revisión de la propuesta técnica y financiera	
Líder del paquete	Coordinador del proyecto	
Participantes	Director de proyecto, líder del paquete de trabajo, líder de paquete de trabajo, expertos y empresa	
Objetivo:		
Revisar las consideraciones técnicas del proyecto así como la propuesta financiera a fin de realizar los ajustes a que haya lugar.		
Revisión técnica y financiera de la propuesta		
En esta parte se busca validar con la empresa contratante las acciones técnicas y la propuesta financiera que sugiere el equipo experto frente a las necesidades presentadas.		
Entregables de PT3		
Los entregables que constituyen el PT3 son los siguientes:		
E1.1: Acta de revisión		
E1.2: Documento de la propuesta ajustada		
Criterios de calidad de aceptación		
<ul style="list-style-type: none"> • Aprobación de la parte contratante a través de acta – 1 documento • Un (1) Informe firmado aceptando la propuesta ajustada 		

Ilustración 10. PT4 Pruebas y validación

Número del paquete de trabajo	PT4	Fecha inicial: Fecha final:
Título de paquete de trabajo	Pruebas y validación	
Líder del paquete	Coordinador del proyecto	
Participantes	Director de proyecto, líder de paquete de trabajo, expertos, profesionales técnicos y empresa	
Objetivo:		
Realizar pruebas técnicas en el contexto de la empresa a la propuesta de solución planteada hasta lograr su validación.		
Pruebas y validación:		
Pruebas técnicas a la propuesta de acuerdo con sus etapas de implementación.		
Entregables de PT4		
Los entregables que constituyen el PT4 son los siguientes:		
E1.1: Informe de pruebas		
E1.2: Informe de validación		
E1.3: Informe general		
Criterios de calidad de aceptación		
<ul style="list-style-type: none"> • Un (1) Informe de prueba aceptado bajo satisfacción 		

Ilustración 11. PT5 Plan de divulgación

Número del paquete de trabajo	PT5	Fecha inicial: Fecha final:
Título de paquete de trabajo	Plan de divulgación	
Líder del paquete	Coordinador del proyecto	
Participantes	Director de proyecto, líder de paquete de trabajo, expertos, profesionales técnicos y empresa	
Objetivo:		
Reunir a las partes interesadas para dar cuenta del proceso adelantado a fin de cumplir con los propósitos del convenio.		
Plan de divulgación:		
Considerar reunión con los interesados directos de la empresa y demás personal involucrado en la implementación de la propuesta para dar a conocer los puntos que integraron el desarrollo de la propuesta, sus lecciones aprendidas y buenas prácticas y acciones de mejora.		
Entregables de PT5		
Los entregables que constituyen el PT5 son los siguientes:		
E1.1: Manual técnico Plan de divulgación		
E1.2: Documento de buenas prácticas		
E1.3: Creación de línea base para evaluación de impacto		
Criterios de calidad de aceptación		
<ul style="list-style-type: none"> • Al menos una socialización realizada dando a conocer resultados obtenidos • Acta de sesiones firmada por las partes y sus participantes • Evaluación final a través de encuesta de satisfacción de la consultoría que supere el 80% • Un (1) Plan de divulgación en medio físico y digital 		

4.3. Cronograma del proyecto

Una vez definidos paquetes de trabajo, se procederá a establecer el cronograma de trabajo partiendo de varios supuestos ya que la metodología va hacer implementada en el curso del año 2019, iniciando en el mes de marzo y se proyecta concretar el primer prototipado para finales del mes de mayo.

Los supuestos que se establecerán son:

- El calendario solo incluirá días laborales hábiles. No se incluyen días festivos.
- Se dispone del recurso humano
- No se trazó una ruta crítica

Ilustración 12. Cronograma del proyecto

Estado	Prioridad	Nombre de la tarea	Fecha de inicio	Fecha final	Asignado a	Duración	Predecesores
Diseño de una metodología para la estimación de esfuerzos							
Verde		PT1. Coordinación y gestión del proyecto	01/03/19	31/05/19	Director de proyecto	66d	
Verde		Planificación del proyecto	01/03/19	21/03/19	Director de proyecto, coordinador	15d	
Verde		Gestión de convenios interadministrativos	21/03/19	05/04/19	Director de proyecto	12d	
Verde		Gestión del riesgo	01/03/19	15/03/19	Líder de paquete	11d	
Verde		Aseguramiento de la calidad	01/03/19	31/05/19	Líder de paquete	66d	
Verde		PT2. Elaboración de la propuesta	05/04/19	03/05/19	Coordinador de proyecto	21d	
Verde		Diagnóstico inicial de la empresa	05/04/19	11/04/19	Coordinador de proyecto, líder de paquete	5d	
Verde		Documento de la propuesta	12/04/19	03/05/19	Director de proyecto, expertos	16d	
Verde		PT3. Revisión de la propuesta técnica y financiera	06/05/19	28/06/19	Director de proyecto, empresa	40d	
Verde		Acta de revisión	06/05/19	09/05/19	Coordinador de proyecto, empresa	4d	9
Verde		Documento propuesta ajustada	10/05/19	15/05/19	Coordinador de proyecto	4d	11
Verde		PT4. Pruebas y validación			Director de proyecto, empresa		
Verde		Informes de pruebas	16/05/19	23/05/19	Líder de paquete	6d	
Verde		Informe de validación	24/05/19	31/05/19	Líder de paquete	6d	
Verde		Informe General	03/06/19	07/06/19	Líder de paquete	5d	
Verde		PT5. Plan de divulgación			Director de proyecto		
Verde		Manual técnico	10/06/19	28/06/19	Líder de paquete	15d	
Verde		Documentos de buenas practicas	10/06/19	28/06/19	Líder de paquete	15d	
Verde		Creación línea base evaluación de impacto	10/06/19	28/06/19	Líder de paquete	15d	

Fuente: Elaboración propia

4.4. Gestión de costos

Teniendo en cuenta que el proyecto de implementación y validación será de tipo prototipado, se presenta una estimación aproximada de la estructura de costos que presenta la implementación del proyecto. Sin embargo se estimarán progresivamente

los costos asociados a la consultoría. La estructura presentada en la ilustración 10 resume de manera general la estimación del proyecto. Es importante exponer que los costos asociados a los paquetes y el proyecto en general se tomaron de datos entregados por la unidad de negocios INNOVA y se realizó la actualización del costo a la tasa cambiaria de pesos a euros para el año en curso, específicamente para la fecha 14 de febrero, el cual tenía un valor de \$3.533 por cada euro.

Ilustración 83. Estructura de costos



Fuente. Elaboración propia

4.5. Costo de personal

El costo del personal se estimará de acuerdo al cálculo de costo-hora de acuerdo a perfil profesional y experiencia en el campo de aplicación basado en la tabla mostrada en la ilustración 14.

Ilustración 94. Asignación salarial por formación y experiencia

Formación	Experiencia Laboral							
	SMLV	Entre 1 y hasta 5 años	SMLV	Entre 5 y hasta 10 años	SMLV	Entre 10 y hasta 15 años	SMLV	Mayor a 15 años
Bachiller	1.75	\$1,078,000	2	\$1,232,000	2.25	\$1,386,000	2.5	\$1,540,000
Título de técnico	2.5	\$1,540,000	2.75	\$1,694,000	3	\$1,848,000	3.25	\$2,002,000
Título de tecnólogo	3.25	\$2,002,000	3.5	\$2,156,000	3.75	\$2,310,000	4	\$2,464,000
Título profesional	4	\$2,464,000	5.75	\$3,542,000	6.5	\$4,004,000	7.5	\$4,620,000
Especialización	5.75	\$3,542,000	7.5	\$4,620,000	9	\$5,544,000	10	\$6,160,000
Maestría*	8	\$4,928,000	9.8	\$6,036,800	11.5	\$7,084,000	13	\$8,008,000
Doctorado	10.6	\$6,529,600	12.3	\$7,576,800	13.8	\$8,500,800	14.7	\$9,055,200

* Maestría, homologable por dos especializaciones.

Fuente: Colciencias 2018

Teniendo la asignación salarial anterior, se procederá a estimar el valor de la hora laborada por cada uno de los profesionales involucrados en la gestión de cada proyecto. Cabe aclarar que estos honorarios están basados en el sector colombiano y expresado en monera europea.

Tabla 1. Honorarios por cargo

Cargo	Honorario	Honorario x hora
Director de proyecto	1.269,46 €	6,61 €
Coordinador de proyecto	1.002,55 €	5,22 €
Líder de paquete	846,31 €	4,41 €
Jefe de calidad	697,42 €	3,63 €
Asesor externo	1.099,92 €	5,73 €
Total	4.915,65 €	

Fuente: Elaboración propia

Se presentan estos costos considerando que la unidad de negocio INNOVA tiene infraestructura física y tecnológica para llevar a cabo la ejecución del proyecto, que pertenecen a la facultad de ingeniería.

4.6. Aseguramiento de la calidad

Teniendo en cuenta la estructura del proyecto y paquetes de trabajo y dada la novedad y complejidad de los proyectos que se llevarán a cabo, se plantea la necesidad de estructurar un Plan de Gestión de la Calidad a través del aseguramiento, a través de actividades de control, monitorización y evaluación de los entregables de cada uno de los paquetes. El objetivo del Plan de Aseguramiento de la Calidad es entregar los procedimientos y acciones que se adoptarán durante la ejecución del proyecto con el fin de entregar el producto final bajo condiciones de éxito.

Ilustración 15. Responsabilidades del PAC

Responsabilidades para el Plan de Aseguramiento de la Calidad		
Participante	Función	Responsabilidad
Director de proyecto	Dirigir y aprobar proyecto	Aprobación del Plan de Aseguramiento
Coordinador de proyecto	Coordinar tareas y actividades del proyecto	Comunicar cambios en el alcance del proyecto, control de documentos.
Líder de paquete	Realizar control y seguimiento a entregables Encargado de gestión de riesgos	Organizar y dirigir actividades relacionadas a la calidad
Empresa contratante	Realizar control y seguimiento de entregables	Aprobar o desaprobar entregables

Fuente: Elaboración propia

Se considerarán los procesos y actividades que darán soporte para dicho aseguramiento a través de:

- **Reuniones Internas:** para el desarrollo y seguimiento de las actividades con los clientes internos cuando se estimen necesarias, donde se discutirá su planificación, ejecución y evaluación. Estas serán programadas con dos (2) días de anticipación y comunicada a través de correo electrónico y/o mensajería instantánea (Whatsapp).

La convocatoria debe establecer: fecha, hora y lugar de reunión.

- **Reuniones externas:** para desarrollo y seguimiento con clientes externos cuando se estimen necesarias. Estas serán programadas con tres (3) días de anticipación sujeto a agenda de participante externo.

La convocatoria debe establecer: fecha, hora y lugar de reunión.

Control de documentos

Envío y recepción de documentos

Los documentos enviados y recepcionados serán: informes, actas, planillas, documentos técnicos, mensajería, entre otros.

El archivo de la documentación será de la siguiente manera: uso de carpetas o expedientes individuales, uso de orden cronológico y de acuerdo a consecutivo o numeración. Cada documento debe contener de acuerdo a formato su control de cambios. Para esto se propone utilizar la herramienta historial de cambio para llevar el registro de cambios o mejoras.

Ilustración 16. Plantilla Historial de cambio

Entregable/Cambio	Versión	Fecha	Prioridad	Descripción

Fuente. Elaboración propia

Ilustración 17. Formato petición de mejora

Petición de mejora	
Nombre del proyecto:	
Solicitante:	
Fecha:	
No de petición:	
Antes	Después
Firma del solicitante:	

Revisión de documentos

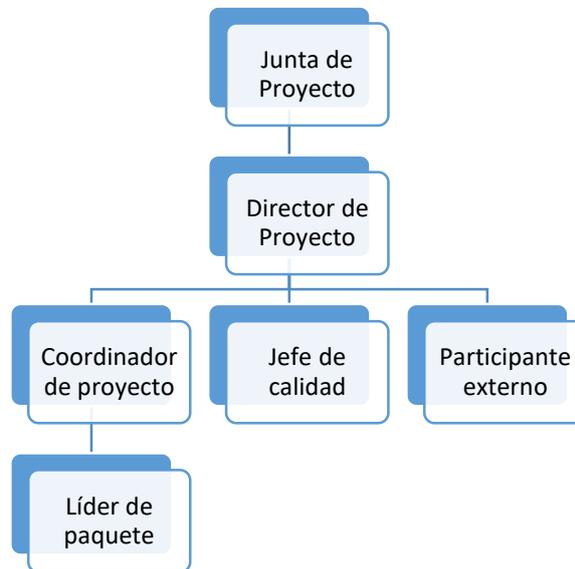
El procedimiento de revisión de documentos será con el cliente tanto interno como externo para efectos de observaciones y/o comentarios.

- La unidad de negocio emitirá documentos e informes para el contratante.
- La empresa contratante emitirá observaciones y/o correcciones.

4.7. Gestión del talento humano

La gestión del recurso humano se estructurará mediante un esquema jerárquico reflejado en la ilustración 18, de tal manera que permita mantener la toma de decisiones y comunicación entre las partes interesadas. Estos serán la base fundamental para llevar a cabo la gestión de los proyectos utilizando la metodología propuesta de estimación de esfuerzos.

Ilustración 108. Estructura de Gestión del recurso humano



Fuente. Elaboración propia

Los roles de cada uno de los integrantes de la estructura se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Roles del talento humano

Rol	Función	Capacidades	Habilidades Blandas/duras
Junta de Proyecto	Establecer la estrategia y control del proyecto, toma de decisiones estratégicas	Toma de decisiones y manejo de equipos. Integrado por personal idóneo.	Organización de equipos Construcción de relaciones Confianza
Director de proyecto	Representará la unidad de mando del sistema y tendrá la autoridad y responsabilidad de la toma de decisiones. Encargado de entregar la comunicación entre las partes a nivel gerencial.	Elaborar y estructurar presupuestos, gestionar proveedores, realizar gestión financiera, manejo de talento humano, capacidad de negociación y manejo de conflictos.	Blandas Liderazgo Construcción de equipo. Respeto Comunicación efectiva Gestión del tiempo Duras Tecnologías e innovación NTC 5800-5801-5802

Tabla 2. Roles del talento humano

Rol	Función	Capacidades	Habilidades Blandas/duras
Coordinador de proyecto	Representará autoridad y canal de comunicación entre el líder del paquete de trabajo. Realizar y presentar informes de gestión. Seguimiento y control de entregables. Solución de conflictos entre las partes.	Establecer y coordinar acciones para la planificación y seguimiento del proyecto. Capacidad de gestión.	Blandas Gestión del tiempo Comunicación asertiva Solución de conflictos Delegar Duras Gerencia de proyectos Innovación
Líder de paquete	Levantar requisitos, gestión de riesgos, desarrollo de actividades y comunicación con coordinador de proyecto. Presentación de informes	Capacidad de comunicación, planificación de actividades, dominio de habilidades técnicas y blandas en tema relacionado a gerencia de proyectos.	Blandas Responsabilidad Puntualidad Negociación Solución de conflictos Duras Gestión del cambio Gerencia de proyectos
Jefe de calidad	Control y seguimiento a entregables e indicadores de gestión y todo lo pertinente a normatividad. Realización de auditorías	Manejo de recurso humano, idoneidad referente a normatividad en Gestión de la innovación y calidad.	Duras: conocimientos en: Ley 1286 de 2009 ISO 9001, NTC 5800-5801-5802, GTC 186 – GTC 187 Blanda retroalimentación

			Compromiso Comunicación asertiva
Asesor externo	Realizar acompañamiento y consultoría en los proyectos de innovación. Planificar y desarrollar actividades de ejecución.	Experto en innovación, posgrado en Gerencia de proyectos, Project Management Profesional (PMP)	Blandas Compromiso Comunicación escrita y oral Empatía Duras Tecnología e innovación

Fuente: Elaboración propia

4.8. Gestión del riesgo

La gestión de riesgos que se incluye dentro de la metodología propuesta está basado en el análisis modal de fallos y efectos o FMEA por sus siglas en inglés, el cual permite identificar y caracterizar, a través de una herramienta simple como una plantilla en Excel cada uno de los riesgos que lleva implícito cada proyecto. Esta actividad se puede esquematizar bajo las siguientes fases:



Los parámetros que se tendrán en cuenta para identificar los riesgos están dados así:

Gravedad del riesgo:

Severidad	Característica	Valor
Muy baja	No es necesario hacer modificaciones a los objetivos del proyecto	1
Baja	Modificaciones menores a conceptos existentes son necesarias	2
Moderada	Cambios reconocibles a los conceptos iniciales del proyecto	3
Alta	Modificaciones significativas a los conceptos existentes	4
	Nuevos conceptos y existen pocas alternativas	5

Importancia del riesgo:

Importancia	Característica	Valor
Muy baja	No es importante si el proyecto puede entregar sus resultados satisfactoriamente incluso si el evento ocurre	1
Baja	Es importante si el proyecto puede entregar los resultados aunque ocurre el evento, pero puede perder valor	2
Moderada	Muy importante cuando el proyecto puede entregar resultados, pero con una pérdida significativa de valor	3
Alta	Fundamental, el proyecto puede entregar resultados pero con mucha pérdida de valor	4
Muy alta	Fundamental, significa que el proyecto no puede entregar resultados	5

Probabilidad del riesgo

Probabilidad	Característica	Valor
Muy baja	Casi improbable que ocurra, pero posible	1
Baja	Relativamente improbable que ocurra	2
Moderada	Bastante posible	3
Alta	Más probable que ocurra que no ocurra	4
Muy alta	Muy probable que ocurra	5

Impacto del riesgo

Impacto	Característica	Valor
Específico	El riesgo solo afecta a una tarea del proyecto	1
Limitado	Implica varias tareas o grupos de tareas del proyecto pero no su relación	2
Generalizado	Afecta el éxito de proyecto en general y requiere que se tomen acciones en tareas relacionadas	3

Una vez establecida la identificación de los riesgos y analizados, se enmarcaron bajo una matriz de riesgos, donde se identifican de acuerdo con su categoría y plantean posibles estrategias y acciones para minimizar o mitigar el impacto sobre el desarrollo

del proyecto. A continuación se presentan la identificación de 16 riesgos que podrían materializarse durante el proceso consultoría y desarrollo de los proyectos en innovación. Se tiene en cuenta que de acuerdo a su Nivel de Prioridad de Riesgo o NPR se hará su control y monitorización clasificados así: etiqueta de color rojo, prioridad alta, etiqueta naranja, prioridad media y etiqueta verde, prioridad baja.

Ilustración 119. Matriz de gestión de riesgos

N°	Categoría	Riesgo identificado	Gravedad		Importancia		Probabilidad		Impacto		Prioridad		Estrategia	Acción	Línea afectada	Observaciones
R1	Humano	Resistencia por parte del recurso humano involucrado en la implementación de la nueva metodología de estimación de esfuerzos	Baja	2	Baja	2	Moderada	3	Limitado	2	NPR	24	Mitigar	Socialización de la metodología propuesta a través de focus group, así como capacitación sobre su implementación	Proyecto	Dado que el producto final del proyecto es la metodología puede parecer interesante el valor que esta agregue a la oferta de servicios de consultoría
R2	Humano	El numero de expertos en innovación no es relevante para llevar a cabo el proyecto	Baja	2	Baja	2	Moderada	3	Limitado	2	NPR	24	Mitigar	Conformación de base de datos con expertos internos y externos especialistas en innovación	Proyecto	Se debe considerar al menos dos profesionales por proyecto de consultoría
R3	Organización	Falta de apropiación por parte de la Facultad de ingeniería para implementar la metodología de estimación en proyectos	Baja	2	Baja	2	Baja	2	Generalizado	3	NPR	24	Mitigar	Reunión de lanzamiento del proyecto a través de la unidad de innovación INNOVA y pilotaje de la metodología con resultados relevantes de su aplicación	Proyecto	Dado los antecedentes de la Facultad, se debe comunicar a través de medio oficial el proyecto a llevar a cabo
R4	Organización	Falta de disponibilidad presupuestal para designar profesionales investigadores	Moderado	3	Baja	2	Moderada	3	Limitado	2	NPR	36	Mitigar	Aseguramiento o financiamiento de los recursos del proyecto desde la misma institución o contrapartidas	Cronograma	Dado que la Unidad de Innovación lleva poco tiempo de creada no cuenta con los recursos o la Facultad no entregue recursos económicos
R5	Dirección	Falta de confianza entre la institución oferente y contratante por antecedentes desfavorables o falta de cumplimiento con las disposiciones establecidas en el contrato	Moderado	3	Alta	4	Baja	2	Generalizado	3	NPR	72	Mitigar	Reunión introductoria donde se comunique sobre la trayectoria de la Universidad, los riesgos a los que ha estado expuesta y las acciones de mejora que se han implementado; clasificación de la institución y sus profesionales ante COLCIENCIAS y reuniones de seguimiento e indicadores de gestión	Cronograma	No se registra en el banco de proyectos estimaciones o incumplimientos en fechas de entrega
R6	Dirección	Lucha de poder entre los responsables de la institución oferente y contratante	Moderado	3	Alta	4	Moderado	3	Limitado	2	NPR	72	Mitigar	Reuniones de seguimiento teniendo en cuenta la planeación inicial aprobada entre las partes y conciliar los cambios que surjan a fin de responder con la necesidades del cliente y los alcances de la entidad oferente		
R7	Dirección	Cambios en el alcance del proyecto	Moderado	3	Baja	2	Moderada	3	Limitado	2	NPR	36	Mitigar	Seguimiento a planificación del proyecto e informes	Cronograma	Se deben registrar o minimizar los cambios a que haya lugar por ser un prototipado
R8	Dirección	Altos costos del recurso humano	Baja	2	Baja	2	Moderada	3	Limitado	2	NPR	24	Transferir	Creación de convenios interinstitucionales y contrapartidas	Calidad	INNOVA no cuenta actualmente con convenios que permitan obtener recursos humanos financiados por otros instituciones

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 19. Matriz de gestión de riesgos

R9	Dirección	Los costos de la propuesta son altamente altos para la empresa	Baja	2	Baja	2	Baja	2	Limitado	2	NPR	16	Mitigar	Realización de estimación de esfuerzos y recursos a nivel: humano, tecnológico, conocimiento especializado y técnico, económico, tiempo y demás esfuerzos necesarios	Calidad	Se debe aplicar la validación de la metodología de estimación de esfuerzos
R10	Técnico	Falta de datos o información histórica sobre el tema de interés por mala gestión de información por parte de la entidad contratante	Moderado	3	Alta	4	Baja	2	Limitado	2	NPR	48	Mitigar	Identificar nuevas fuentes de información internas que permita la generación de datos complementarios	Proyecto	Se debe recolectar la mayor información posible de proyectos análogos como datos históricos
R11	Técnico	Estimación desfasada por parte de los expertos	Baja	2	Baja	2	Baja	2	Limitado	2	NPR	16	Mitigar	Utilización de un instrumento para regular los aportes de los expertos de acuerdo con las necesidades del proyecto. Llevar registro e identificar las lecciones aprendidas	Proyecto	No se registra estimaciones de proyectos pasados
R12	Técnico	No accesibilidad de un espacio físico adecuado para llevar a cabo pruebas piloto	Baja	2	Baja	2	Baja	2	Específico	1	NPR	8	Mitigar	Plan de trabajo y planificación de proyecto considerando las alianzas entre instituciones	Cronograma	La unidad de innovación no cuenta con una infraestructura física que permita realizar actividades operativas ni de formación
R13	Técnico	Perdida de información por daño de equipos tecnológicos o mala gestión de la información	Alta	4	Alta	4	Baja	2	Generalizado	3	NPR	96	Transferir	Realización de Backup y cargar en nube información generada	Proyecto	Lograr el acompañamiento del área de sistemas
R14	Calidad	Percepción de un mal servicio de consultoría por parte de la entidad contratante	Baja	2	Moderada	3	Baja	2	Generalizado	3	NPR	36	Mitigar	Establecer un protocolo de comunicación jerárquico y calidad para evaluar el servicio de consultoría	Calidad	No se tienen documentados procesos
R15	Calidad	Los entregables no cumplen con los criterios mínimos de calidad	Baja	2	Moderada	3	Baja	2	Limitado	2	NPR	24	Mitigar	Plan de calidad estructurado para su aseguramiento	Proyecto/Calidad	Definir criterios de éxito basados en juicio de los expertos
R16	Calidad	No cumplimiento de los indicadores de gestión	Baja	2	Baja	2	Baja	2	Limitado	2	NPR	16	Mitigar	Seguimiento e informes de gestión	Proyecto/Calidad	Diseño y control de calidad a los indicadores de gestión

Fuente: elaboración propia

4.9. Desarrollo de la metodología

A continuación se presentan las etapas establecidas para el logro de los objetivos propuestos en pro de la herramienta de estimación de esfuerzos.

4.9.1. Mapeo bibliométrico

- **Protocolo de búsqueda**

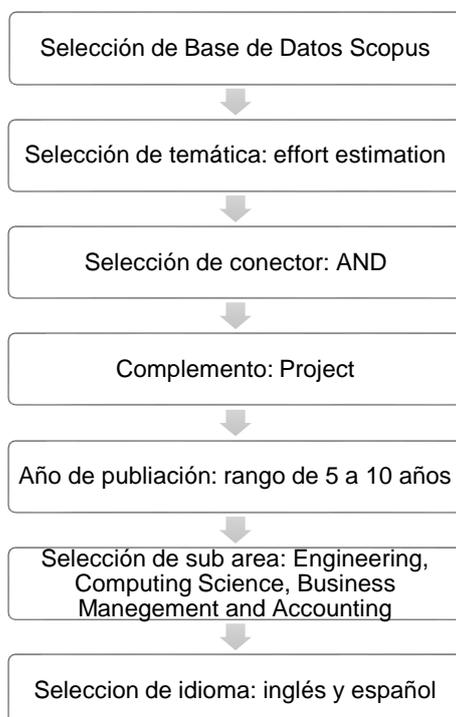
El establecimiento del protocolo de búsqueda es un proceso sistemático para sentar los pasos que se deben seguir para la selección y consulta en bases de datos usadas para la estructuración del estado del arte y búsqueda de investigaciones científicas y técnicas. Para el desarrollo del presente trabajo se seleccionaron las bases de datos

Scopus y Web of Science, ya que estas contienen la mayor base de datos de resúmenes y citas de literatura revisada por pares y de fuentes web de calidad con herramientas inteligentes para realizar un seguimiento, analizar y visualizar la investigación y son de gran utilidad para el análisis bibliográfico y justificación del trabajo realizado. Este protocolo permitirá establecer los criterios de búsqueda que se tornan relevantes para la investigación e identificar los recursos bibliográficos.

Luego de escogidas las bases de datos, se selecciona el tema de estudio para consulta que fue “effort estimation” con conector AND y conector Project con límites de búsqueda en el título del artículo, resumen y palabras claves.

A continuación se define el protocolo establecido para la obtención de información como se muestra en la figura 2:

Figura 2. Estructura de Protocolo de búsqueda



Fuente: *Elaboración propia*

- **Criterios de búsqueda**

Los criterios de búsqueda que se determinaron para la consulta en **Scopus** están establecidos por aquellos elementos que se consideran relevantes para obtener resultados en la consulta. Estos criterios se establecieron así:

Tabla 3. Criterios de búsqueda

Criterio	Descripción
Palabras claves	Las palabras claves que se definieron para consulta son: estimación de esfuerzo, effort estimation, esfuerzo, estimación, Project y consulting
Fecha de publicación	Los límites determinados para este criterio son publicaciones en un rango de 5 años a 10 años.
Idioma	Inglés – español
Conector	AND
Título	Selección de búsqueda en el título
Abstract	Selección de búsqueda en el abstract

Fuente: Elaboración propia

- **Criterios de inclusión**

Los criterios de inclusión determinados para la consulta fueron:

- Palabras claves presentes en el título del artículo y/o publicación y abstract
- El año de publicación no mayor a cinco años
- Límite de sub área dado en Engineering, Computer Science, Business Management and Accounting
- Idioma: inglés y español

- **Criterios de exclusión**

Los criterios de exclusión determinados para la consulta fueron:

- Documentos publicados con más de 10 años o más.
- Documentos en idiomas distintos a español o inglés.
- Sub áreas no relacionadas al campo de estudio de la estimación de esfuerzos en proyectos de ingeniería o afines.

- **Algoritmo de búsqueda**

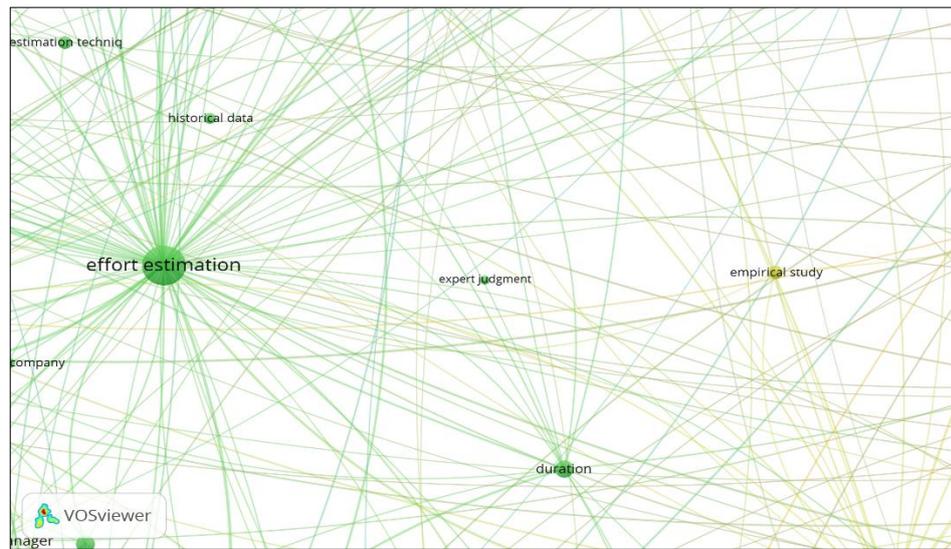
El algoritmo de búsqueda establecido para mapeo bibliográfico está dado por la consulta en inglés de estimación de esfuerzo o “effort estimation” con conector AND y la palabra “PROJECT” en títulos de artículos, abstract y palabras claves inicialmente sin limitante de búsqueda. Sin embargo dado el amplio resultado que se obtuvo de la búsqueda se limitó al año de publicación, el cual fue establecido en publicaciones de cinco años, es decir, desde el año 2013 hasta el presente y las sub áreas: Engineering, Computer Science, Business Management and Accounting. Por último se limitó a lenguaje de consulta, seleccionados los idiomas inglés y español. A continuación se presenta el resumen del algoritmo de búsqueda usado.

```
TITLE-ABS-KEY ( effort AND estimation AND project ) AND ( LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2019 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2018 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2017 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2016 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2015 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2014 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2013 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2012 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2011 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2010 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2009 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2008 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2007 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2006 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2005 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2004 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2003 ) ) AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "COMP" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "ENGI" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "BUSI" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "ECON" ) ) AND ( LIMIT TO ( LANGUAGE , "English" ) OR LIMIT-TO ( LANGUAGE , "Spanish" ) )
```

- **Vigilancia tecnológica a través de software VOSviewer VOSviewer**

Teniendo en cuenta el algoritmo de búsqueda establecido y los resultados obtenidos en este, se procede al uso del software **VOSviewer** para la creación del mapa

Ilustración 21. La estimación de esfuerzos y el juicio de expertos

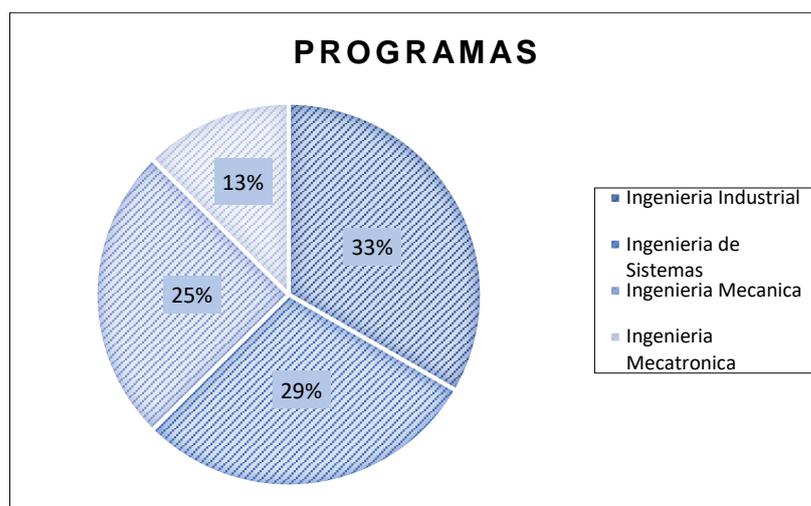


Fuente: Elaboración propia

4.9.2. Oferta de servicios de investigación y recurso humano experto

Para lograr unos de los objetivos de este trabajo, se diseñaron dos instrumentos de recolección de información sobre puntos de interés de esta investigación. Estos fueron compartidos a través de correo electrónico a profesores que pertenecen a grupos de investigación y egresados de la facultad de ingeniería, donde se les solicitó participar y mostrar sus productos de investigación. El primero fue denominado ***Instrumento para la Formalización de la Oferta de la Facultad de Ingeniería***, que busca identificar las distintas ofertas de transferencias, conocimientos y consultorías para fortalecer la actividad de extensión, el cual arrojó 22 respuestas de los diferentes docentes y grupos de investigación. De este resultado se obtuvo que el 33% de los docentes que respondieron el instrumento pertenecen al programa de ingeniería industrial tal como se visualiza en el gráfico 1.

Gráfico 1. Participación de docentes por programa



Fuente: Elaboración propia

Del resultado anterior, se obtuvo que la oferta de servicios a través de sus funciones de extensión están representados bajo tres ejes principales, los cuales se enmarcan en la tabla 4.

Tabla 4. Servicios ofertados

INGENIERIA INDUSTRIAL	
SERVICIO	DESCRIPCIÓN
Gestión de Inventarios	Definición de métodos de pronósticos de ventas y definición de políticas de inventarios.
Modelos de optimización de operaciones	Propende por formar profesionales integrales, capaces de identificar, analizar y resolver problemas relacionados con la adecuada utilización de los recursos disponibles de una organización, que mediante el diseño, la innovación, la mejora y la administración de los sistemas productivos, incrementando permanentemente la productividad y competitividad, contribuyendo a mejorar el nivel socioeconómico de la ciudad y la región.
Consultorías en negocios	Servicios de consultoría en modelos de negocios a las operaciones de una organización, anticipándose a las necesidades de las áreas de negocio.

Fuente: Elaboración propia

Imagen 1. Grupos de investigación



Fuente: Elaboración propia

Los resultados arrojados del instrumento formalización de la oferta se logra caracterizar que existen cinco grupos de investigación pertenecientes a diferentes campos de la ingeniería tal como lo muestra la imagen 1, sin embargo para el presente trabajo se focalizó en el grupo de investigación en Gestión de la innovación, optimización y medio ambiente - **OPTIMA**, el cual consta de cinco profesionales en Ingeniería Industrial con amplias ofertas y experiencia a nivel académico e investigativo, caracterizados en una base de datos en hoja de cálculo de excel como se muestra en la ilustración 22 y que son potenciales candidatos para llevar a cabo la metodología propuesta.

Ilustración 22. Base de datos de profesionales ÓPTIMA

Nombre del profesor	Departamento/programa	Grupo de investigación	Título de la oferta a presentar al mercado	Aspecto innovadores de su oferta	¿Cómo define al cliente de su oferta?	Mencione si existe un caso de éxito/proyecto donde se haya aplicado su oferta
Willman Orozco Lozano	Ingeniería Industrial	OPTIMA	Ingeniería Industrial	Incrementar permanentemente la productividad y competitividad, contribuyendo a mejorar el nivel socioeconómico de la ciudad y la región relacionados con la	Mirando las líneas de investigación del programa y los énfasis laborales	Proyectos que solucionan problemáticas industriales
Norberto Acuña Molina	Ingeniería Industrial	OPTIMA	Aplicaciones para la gestión sustentable	Aprovechamiento y optimización de los recursos naturales	Organizaciones con procesos de producción donde se requiera optimizar la gestión de recursos.	N/A
Luis Ramirez	Ingeniería Industrial	OPTIMA	Modelos de optimización de operaciones	Agilidad y optimización	Empresa que lo requiera	Diseño e Implementación de Centro de Almacenamientos Automatizados mediante de tecnología EPC-RFID
Weimar Ardila Rueda	Ingeniería Industrial	OPTIMA	NR	NR	NR	NR
Santiago Vera Martínez	Ingeniería Industrial	OPTIMA	Consultorías en Negocios	Know How	Emprendedores y Empresarios	N/A

Fuente: Elaboración propia

Igualmente se creó una base de datos de profesionales externos en diferentes áreas de interés a partir de la participación en una comunidad de Gerentes de Proyectos certificados en Proyectos – PMP para la unidad de negocios, los cuales actualmente se encuentran adscritos a PMI Colombia y poseen gran experiencia en el desarrollo de múltiples proyectos de ingeniería. Sus aportes apoyarían los juicios de expertos, conceptos y las consultorías específicas en temas de innovación. Esta se puede visualizar en la ilustración 23.

Ilustración 23. Matriz de Gerentes de proyectos externos

PROFESION	POSGRADO	EXPERIENCIA	SECTOR	EMPRESA
Ingeniero Electrónico	Especialista en Gerencia de Proyectos, Magíster en Ingeniería administrativa	Aseguramiento de la calidad en proyectos y mejora continua	Comunicaciones	Claro Colombia
Ingeniero Industrial	Especialista en Ingeniería y Gestión de la calidad, Magíster en Ingeniería Industrial	Docente en Programas de ingeniería industrial y administración de empresas	Investigadora consultora	No reporta
Ingeniero de Sistemas	Especialista en Sistemas de información, PMP	12 años implementando soluciones de software de negocios como Gerente, Arquitecto y entrega de servicios. ERP, MRP, SCM, CRM, BPM, RRHH y BI.	Consultoría	Empresa consultoría de Software Bogotá
Ingeniero de Sistemas	Especialista en Gerencia de sistemas de información, PMP	Proyectos de tecnología, mejora de procesos y BPO	No reporta	No reporta
Ingeniero Industrial	PMP	5 años de experiencia	Tecnologías de Información	No reporta
Ingeniero de Sistemas	Especialista en Gerencia de Proyectos y comunicaciones	No reporta	Educativo	No reporta
Economista	Especialista en Gerencia de Proyectos	4 años en programas sociales, Gerencia del programa de participación del ICBF, Ministerio de Educación Nacional	Equipo de planeación de la UPB montería	No reporta
Pendiente	Pendiente	25 años manejo de bases de datos para compañías de petróleo y gas	Combustibles y Gas	Shell International
Administrador de Empresas	Cursando Maestría en Gerencia de Proyectos	Director comercial y administrativo alumbrado publico	No reporta	AGM Desarrollos
Ingeniero Electricista	Especialista en Gerencia de Proyectos, candidato a PMP	Construcción y montaje de proyectos industriales y petroleros	Proyectos de redes de distribución de media y baja tensión	No reporta
Ingeniero de Sistemas	Especialista en metodologías Agiles	Trabajado con equipos de TI, Lider de proyectos, experiencia en SCRUM Master en Bancolombia	Frameworks agiles	No reporta
Civil Engineer	Especialista en Consultoría y Gerencia de Proyectos	14 años	No reporta	No reporta
Ingeniero Industrial	Especialista y Master en Eficiencia Energética y ecología Industrial, Especialista en Gerencia de proyectos	Planeación y control de proyectos	Energético	E2
Ingeniero Industrial	Especialista en Gerencia de Proyectos	No reporta	No reporta	No reporta
	Candidata a PMP	4 años en proyecto de Transformación tecnológica	Tecnologías de Información	No reporta
Ingeniera Civil	Gerencia de construcción	Coordinadora de obras civiles, 12 años en coordinación y gerencia de proyectos	Construcción	Contecar
Ingeniero Civil	Gerencia de proyectos y Administración	10 años de experiencia en Coordinador de obras civiles y gestión de proyectos	Construcción	Contecar
Ingeniero Forestal	Gerencia de Proyectos	4 años Coordinador de proyecto forestal de compensación ambiental en la Guajira	Area ambiental para proyectos de energía eléctrica de alta y media tensión	No reporta
Ingeniero Civil	Especialista en Formulación y evaluación de proyectos, Magister en AP, estudios doctorales en Transporte	Director de programa Uninorte, Profesor Posgrado CEC, Consultor	Educativo, consultoría	Universidad del Norte
Ingeniero Industrial	No reporta	No reporta	Gestión de proyectos sociales	No reporta
Ingeniero Mecánico	Magister en Gerencia de Proyectos, Certificado PMP	Docencia, Proyectos	Petroleo	Refinería de Cartagena
Ingeniero Industrial	Gerencia de Proyectos, PMP	Docencia, Metodologías Agiles, Autor de dos libros	Gestión de proyectos	Universidad Simon Bolivar
Ingeniero Electrico	Especialista en Gestión de Sistemas electricos de Potencia	8 años de experiencia en varios sectores. 1 año en proyecto para alimentar acueducto de Barranquilla. 2 años y 4 meses como consultor en seguridad eléctrica y áreas clasificadas para Ecopetrol	3 años ejecutor y planeando proyectos de diseño, consultoría de estudios electricos	Ingeniería Especializada Reficar Actualmente socio y gerente de Certa Internacional SAS

Fuente: Elaboración propia.

El segundo instrumento, denominado ***Egresados de la Facultad***, tuvo como objetivo caracterizar a egresados en ingeniería y se obtuvo un resultado de 197 profesionales de las diferentes ramas, los cuales fueron recolectados en hoja de cálculo excel, donde se tomó como población objetivo los egresados pertenecientes a Ingeniería industrial y de sistemas que tienen posgrado, el cual nos arrojó 23 profesionales con diferentes especializaciones y maestrías, representados en la tabla 5 y que de igual forma se establecen como potenciales candidatos para realizar trabajo de estimación.

Tabla 5. Egresados con posgrado

Especialización y/o Maestría	Cantidad
Especialización en Gerencia de Proyectos	2
Especialización en Alta Gerencia	1
Especialización Gerencia Talento Humano - Mgs . Gerencia Financiera	1
Especialista en Administración de Proyectos	1
Especialista en Dirección de Plantas Industriales	1
Especialista en Estadística Aplicada	
Maestrante en Ciencias de la Matemática (profundización en Estadística)	1
Especialista en Gerencia de la Calidad, Magister en Administracion de Negocios	1
Especialista en Gerencia de la Salud Ocupacional	2
Especialista en Gerencia de Produccion y Operaciones	1
Especialista en Ingeniería y Gestión de Calidad	1
Especialización en Gestión Ambiental	1
Especialización en Sistemas y Gestión Integral de la Calidad	2
Especialización en Telemática	1
Estudios Pedagógicos	1
Maestría en Administración con énfasis en Sistemas de Información	1
Maestría en Ingeniería Administrativa, Especialización en Gerencia de Sistemas de Información	1
Magister Software	1
Master en Gerencia de Proyectos	
Especialista en Gerencia de Recursos Humanos.	1
Master en Software Libre	1
MBA, CFA	1
Total	23

Fuente: Elaboración propia

Dados los resultados anteriores, se establecen los recursos humanos que pueden ser objeto de aplicación de la técnica de juicio de expertos a través de los modelos establecidos como son Planning Poker y Stage Gate.

Para la selección de estos, se definieron los siguientes criterios de acuerdo características que agrupen los expertos seleccionados.

- Experiencia laboral en el ámbito de desarrollo de proyectos tecnológicos, investigación y desarrollo, producción técnica y Gestión de innovación.
- Producciones bibliográficas
- Experiencia formativa superior a cinco años.
- Participación en otros tipos de proyectos o trabajos de investigación.
- Aportes a la innovación

Así mismo, el procedimiento de selección se tomó bajo la técnica grupal nominal, el cual consiste en que los expertos aportan su información de manera individual y después de manera grupal y presencial se llega a un acuerdo. Se concluye que esta técnica de selección se ajusta totalmente al modelo Planning Poker.

4.9.3. Selección de técnicas para metodología de estimación de esfuerzos

Teniendo en cuenta el estado del arte de las metodologías existentes, se toma la decisión de estudiar y aplicar técnicas no paramétricas para la estimación de los esfuerzos en proyectos de consultoría en innovación que son: **Juicio de expertos, Planning Poker y Stage Gate**, esta última usada como modelo a la estructura de negocios y estrategia de soporte para la estimación. En combinación con dichas metodologías el *enfoque objeto* la cual es una encuesta de innovación que establece la OECE en alianza con Eurostat y contribuye al trabajo cualitativo ya que su objetivo principal no es producir estadísticas de innovación agregadas, sino recopilar datos con fines analíticos y de investigación. Sin embargo, aunque se dice que tiene varias ventajas sobre el uso de la metodología de Juicio de Expertos, aquí se comprendió

como un complemento que puede nutrir ambas metodologías en función de establecer una nueva.

En su conjunto la combinación establecida estas son consideradas apropiadas para realizar el estudio y aplicabilidad en la práctica, es decir, llevar a cabo una metodología teórico – práctica por la falta de información o casos aplicados bajo el uso de estas técnicas. La unidad de medida para la estimación será horas-hombre ya que se considera apropiada para el tipo de proyectos tipo que ofrecería la unidad de negocios.

Una vez definidas las técnicas a implementar y dando complemento a los dos instrumentos anteriores para la selección de los expertos, se propone utilizar el procedimiento de Coeficiente de Competencia Experta o Coeficiente K, el cual se obtiene del resultado de la opinión del experto sobre su nivel de conocimiento acerca de la temática de investigación y fuentes que permiten argumentar su criterio, de tal manera que permita discriminar de manera adecuada la selección de los expertos a la hora de llevar a cabo un proyecto de consultoría en innovación específico y disminuir riesgos e incertidumbre. Este coeficiente está dado por la siguiente fórmula:

$$K = \frac{1}{2} (Kc + Ka), \text{ donde } Kc = \text{coeficiente de conocimiento}, Ka = \text{coeficiente de argumentación}$$

El coeficiente de conocimiento (Kc) se calcula a partir de una escala de valoración que va de cero a diez, donde 0 es que no se tiene absolutamente ningún conocimiento y 10 que tiene pleno conocimiento del tema y que realiza el propio experto y finalmente es multiplicado por 0,1. Para el cálculo de Kc la tabla 6 lo hace posible.

Tabla 6. Escala de valoración para cálculo de Kc

Experto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1											
2											
3											
n											

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo del coeficiente de argumentación (Ka) se debe tener en cuenta las valoraciones presentadas en la tabla 7 y que cada experto debe usar de acuerdo a sus criterios. Estas valoraciones son las que usualmente se utilizan para el cálculo de este coeficiente según (Cebero, Barroso, 2013).

Tabla 7. Valoración de las fuentes de argumentación

Fuente de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios		
	A (alto)	M (medio)	B (bajo)
Análisis teóricos realizados por el experto	0,3	0,2	0,1
Experiencia obtenida	0,5	0,4	0,2
Estudio de trabajos sobre el tema, de autores nacionales	0,05	0,05	0,05
Estudio de trabajos sobre el tema, de autores extranjeros	0,05	0,05	0,05
Conocimiento propio acerca del estado del problema en el extranjero	0,05	0,05	0,05
Intuición del experto	0,05	0,05	0,05

Fuente: Cebero, Barroso, 2013

Una vez obtenidos los resultados de los valores aplicados ambos coeficientes y formula para el cálculo final, se clasificarán los expertos en tres grupos así:

Tabla 8. Criterio de selección para Coeficiente de Competencia experta

Criterio	Influencia
$0,8 < K \leq 1$	Alta
$0,5 < K < 0,8$	Media
$K < 0,5$	Baja

Fuente: Elaboración propia

5. Resultados

A continuación se presentan los resultados que aportan a la metodología de estimación de esfuerzos considerando la recolección de datos sobre innovación y las actividades que ésta implica en función de estimar los esfuerzos que comprende un proyecto innovador.

Con el mapeo bibliométrico se logró identificar las tendencias que ha marcado la aplicación de la estimación de esfuerzos en proyectos de I+D y como lo había reportado la bibliografía, los aportes provienen de áreas como el Desarrollo de Software y específicamente. Específicamente los resultados obtenidos de la estimación de esfuerzos aplicada a proyectos de innovación evidencian un vacío en los aportes, que marcan un camino hacia favorable hacia la exploración de nuevos recursos que traigan mejoras al desarrollo de proyectos en CT+i, en la medida en que está permitiendo un aporte innovador en dicha materia desde el presente trabajo. Así es que la propuesta metodológica se convierte en una nueva aproximación para la estimación de esfuerzos en proyectos de consultoría en innovación.

Por otro lado, es importante resaltar que la oferta de transferencias, conocimientos y consultorías de la Facultad de Ingeniería se ha consolidado en áreas como la Ingeniería Industrial, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Mecánica y Mecatrónica, obteniendo la primera resultados más representativos con una oferta de servicios que proviene de cinco grupos de investigación en materia de Gestión de Inventarios, Modelo de Optimización de Operaciones y Consultorías en Negocios. Por lo cual, la metodología diseñada se implementará en el programa de Ingeniería Industrial, específicamente en el grupo de investigación en Gestión de la innovación, optimización y medio

ambiente –**OPTIMA**– orientándose la estimación de esfuerzos hacia la oferta de servicios mencionada.

La metodología de estimación de esfuerzos con su instrumento de recolección de información se aplicará potencialmente a los profesionales y egresados de Ingeniería Industrial asociados a la Institución que se encuentran cualificados para ofrecer juicios en función de los requerimientos para la estimación de esfuerzos en el área y específicamente en proyectos de innovación.

Finalmente, la metodología de estimación de esfuerzos además de desarrollarse y ajustarse bajo el juicio de los expertos, se apoya aquí de la metodología de Planning Poker reconocida por su rapidez a la hora de realizar estimaciones iniciales, de la metodología Stage-Gate que igualmente al realizar aportes ágiles permite la transformación rápida y rentable de ideas a productos y servicios exitosos.

Toda la integración metodológica tiene como base una encuesta cualitativa, basada en la actual propuesta del Manual de Oslo (2018), que recopilará datos sobre un proyecto de innovación a la vez y no un conjunto de ellos, teniendo en cuenta el proceso de gestión de innovación dentro de la gestión de proyectos que incluye todas las actividades sistemáticas para planificar, administrar y controlar los recursos internos y externos de una organización para la innovación.

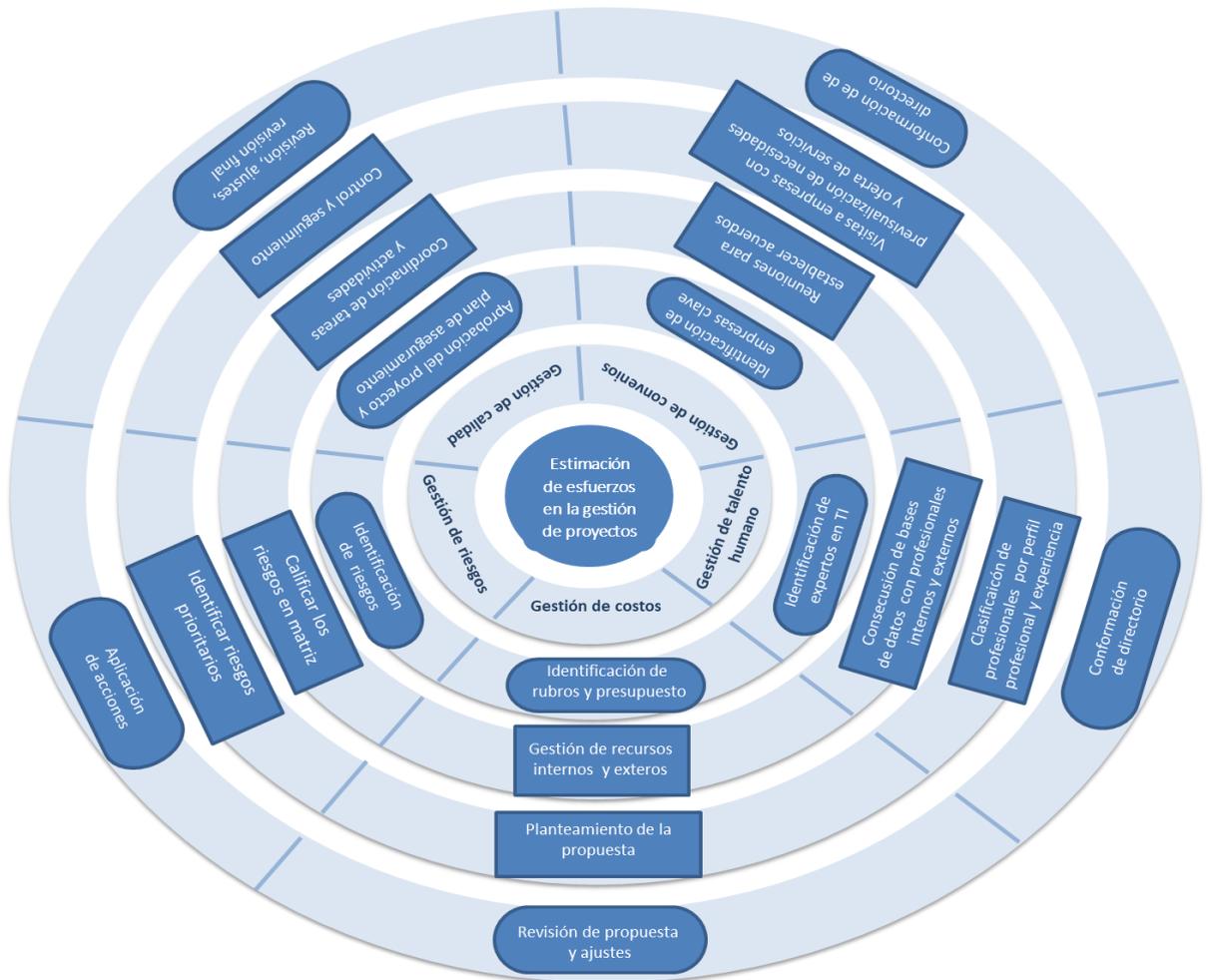
5.1. Propuesta metodológica para proyectos de consultoría en innovación

La propuesta metodológica a continuación presentada considerará, como ya se mencionó, la integración de la metodología Juicio de Expertos, Stage Gate y el enfoque objeto que refiere a la estimación de esfuerzos sobre un proyecto de consultoría a la vez. La estructura presentada retoma el esquema de las cinco fases

y actividades propuesta en la metodología Stage Gate y los elementos propios de la metodología de Juicio de Expertos considerada tanto en la validación de la metodología como en las actividades propias del proceso de consultoría en proyectos de innovación (Ver Tabla 9) donde no solo se enfocarán en aspectos innovadores del proceso o producto sino en aspectos que corresponden a la estimación de esfuerzos, de lo que puede resultar igualmente apuesta innovadora.

Así pues, la ilustración 24 muestra una distribución considerada bajo cinco ejes centrales que integran la gestión de proyectos como lo son: gestión de convenios, gestión de talento humano, gestión de costos, gestión de riesgos y gestión de calidad. Dentro de cada uno se estructurarán los procesos que conllevarían a su ejecución con símbolos de entrada, salida y los pasos propiamente dichos enunciados de manera sintetizada, en el desarrollo del contenido, ya que anteriormente se hace referencia a cada uno de los tipos de gestión. Finalmente el gráfico busca mostrar de manera sistémica la interrelación entre la gestión y la propuesta metodológica para la estimación de esfuerzos en proyectos de consultoría en innovación.

Ilustración 124. Metodología para estimación de esfuerzos en proyectos de innovación



Fuente: elaboración propia

Tabla 9. Grupo de procesos para la dirección y procesos de gestión

Procesos de gestión	Grupo de procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupos de proceso de inicio	Grupo de procesos de planificación	Grupo de procesos de ejecución	Grupo de procesos de monitoreo y control	Grupo de procesos de cierre
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	
Gestión de las adquisiciones del proyecto		Planificar la gestión de las adquisiciones	Efectuar las adquisiciones	Controlar las adquisiciones	

Tabla 9. Grupo de procesos para la dirección y procesos de gestión

Procesos de gestión	Grupo de procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupos de proceso de inicio	Grupo de procesos de planificación	Grupo de procesos de ejecución	Grupo de procesos de monitoreo y control	Grupo de procesos de cierre
Gestión de alcance del proyecto		Planificar la gestión del alcance, recopilar requisitos, definir el alcance, crear las EDT		Validar el alcance y controlar el alcance	
Gestión del Cronograma del Proyecto		Planificar la gestión del cronograma, definir las actividades, secuenciar las actividades, estimar la duración de la actividades, desarrollar el cronograma		Controlar el cronograma	
Gestión de los costos del proyecto		Planificar la gestión de los costos, estimar los costos, determinar el presupuesto		Controlar los costos	
Gestión de calidad del proyecto		Planificar la gestión de la calidad	Gestionar la calidad	Controlar la calidad	
Gestión de los riesgos del proyecto		Planificar la gestión de los riesgos, identificar los riesgos, realizar análisis cualitativo de riesgos, planificar las respuestas a los riesgos	Implementar la respuesta a los riesgos	Monitorear los riesgos	

Fuente: elaboración propia basada en la Guía PMBOK

5.2. Consideraciones e instrumentos

1. Es importante que las entidades que proporcionan servicios basados en conocimiento estén basadas en innovación. Siendo así toda la I+D realizada se reconocerá como una actividad de innovación y, por lo tanto, generalmente no es necesario determinar si los servicios de I+D son para la innovación. Sin embargo, para efectos de los servicios prestados por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Caribe y atendiendo a la conceptualización de innovación el siguiente formato permitirá aclarar sus apuestas en la materia sobretodo también porque las actividades de innovación pueden llevar a cabo interna o externamente.

Tabla 10. Formato de caracterización de actividades de innovación

Tipo de actividad	Actividad realizada internamente para la innovación.	Actividad obtenida de fuentes externas para la innovación.
Actividades de investigación y desarrollo experimental (I + D).		
Ingeniería, diseño y otras actividades de trabajo creativo.		
Actividades de marketing y equidad de marca.		
Actividades relacionadas con la Propiedad Intelectual.		
Actividades de capacitación para empleados.		
Desarrollo de software y actividades de base de datos.		
Actividades relacionadas con la adquisición o arrendamiento de activos tangibles.		
Actividades de gestión de la innovación.		

Fuente: elaboración propia

2. Teniendo en cuenta el enfoque objetivo es importante que la Facultad organice sus actividades de innovación. Para ello, resultará útil obtener la siguiente información, ya sea para todos los proyectos de innovación combinados o desagregados en proyectos para innovaciones de productos y procesos de negocios.

- El número de proyectos de innovación emprendidos durante el período de observación. (establecer periodo de observación)
- El número de proyectos de innovación realizados durante el período de observación.
- El número de proyectos de innovación cesados antes de su finalización durante el período de observación.
- El número de proyectos de innovación en curso al final del período de observación.

3. Reconociendo las actividades en las que se puede realizar aportes a la innovación y específicamente los que corresponden a esta. Se recomienda recopilar datos de gastos totales para cada una de las siete actividades para todas las empresas. Se pueden recopilar datos adicionales sobre gastos para cada actividad (innovación) para las empresas activas en innovación solo para determinar la proporción de gastos relacionados con la innovación dentro de cada actividad.

Tabla 11. Formato de recopilación de gastos en innovación

Tipo de actividad	Total de gastos Por proyecto	Gastos de innovación general
Actividades de investigación y desarrollo experimental (I + D).		
Ingeniería, diseño y otras actividades de trabajo creativo.		
Actividades de marketing y equidad de marca.		
Actividades relacionadas con la Propiedad Intelectual.		
Actividades de capacitación para empleados.		
Desarrollo de software y actividades de base de datos.		
Actividades relacionadas con la adquisición o arrendamiento de activos tangibles.		

Fuente: elaboración propia

6. Conclusiones

La bibliometría resultó ser un recurso útil para realizar minería a los datos sobre el tema que en este caso se orientó a la estimación de esfuerzos. Si bien en cierto, el recurso permite generar un panorama sobre los antecedentes bibliográficos de un tema, sus tendencias y aplicaciones, a partir de su uso se considera que aporta elementos para realizar apuestas innovadoras en Ingeniería y cualquier área del conocimiento, ya que con más precisión se evitará la replicabilidad de información en materia de I+D. Por tanto se recomienda su uso inicial antes de emprender esfuerzos en materia de innovación.

Es necesario ubicar conceptualmente los aportes que en materia de innovación está realizando la universidad, ya que todo proceso investigativo puede resultar en una innovación, pero no siempre lo que se propone como tal realmente responde a las características de productos o procesos innovadores. De ahí la necesidad para que la Facultad y sus grupos de investigación revalúen su oferta en función de la conceptualización internacional. Esto posibilitará igualmente, más claridades a los expertos a la hora de contribuir con sus juicios sobre estimación de esfuerzos específicamente en gestión de la innovación.

La complementariedad de métodos y enfoques enriquece la participación de los expertos dentro de la estimación de los esfuerzos que involucra del desarrollo de un proyecto de innovación, ya que los esfuerzos aunque finalmente reflejen un orden presupuestal que lleva a pensar en enfoques cuantitativos de estimación, las intenciones de innovación como proceso contempla la recolección de datos cualitativos. Es ahí donde el sujeto, bien sea desde una organización o experto en innovación, y el resultado tiene gran relevancia terminando en resultados exitosos.

No obstante, la innovación de procesos puede permitir un tránsito hacia la innovación de productos que movilicen no solo procesos de las entidades contratantes hacia mejores formas de hacer sino valores agregados que les permita mayor competitividad en el mercado, lo cual implica una transformación en la metodología para cumplir con los nuevos propósitos.

Finalmente, la metodología propuesta para la estimación de esfuerzos en proyectos de consultoría en innovación en principio posibilitará la oferta y demanda de servicios hacia y desde las empresas con las cuales haya un potencial bidireccional para establecer convenios que posibiliten esfuerzos iniciales hacia la consultoría, sin embargo, se espera que con la metodología la unidad de negocios se pueda involucrar en el desarrollo de las actividades propias de la ejecución de las propuestas en cada una de las empresas, ya que la no solo se brinda un paso a paso en torno a los métodos que se pueden implementar para estimación de esfuerzos, sino que los mismos están integrados en un sistema de gestión que considera diversos aspectos relevantes a la hora de desarrollar un proyecto de innovación.

7. Recomendaciones

Es posible realizar estudios futuros a organizaciones orientadas a la CT+i a partir de un diagnóstico que, basado en un marco conceptual estándar como la definición que ofrece el Manual de Oslo sobre innovación, replantee los esfuerzos que se han adelantado en términos de productos o servicios innovadores. La atención conceptual inicial posibilitará reconocer qué es o no innovador.

Aquí se propuso una combinación metodológica para la estimación de esfuerzos en consultorías sobre proyectos de innovación. Valdría la pena considerar más combinaciones entre las metodologías y enfoques existentes para rescatar las buenas prácticas que cada uno de ellos obtenga y así posibilitar el mejoramiento continuo de las metodologías que ya implementan las organizaciones para medir sus esfuerzos.

Otra oportunidad de estudio futuro recae en la medición sobre la interacción que, a modo de estudio de caso y sobre la base de propuestas innovadoras, tiene la universidad con la empresa. ¿Qué tanto se vinculan ambos sectores? y ¿qué tan exitosas llegan a ser dichas sinergias? ¿Cuáles son los principales intereses que motivan la cooperación? ¿Qué aspectos de mejorar se pueden tener en cuenta a la hora de establecer las alianzas?

8. Referencias bibliográficas

- Almache, M. G., Raura, G., R, J. A. R., C, E. R. F., Ruiz, J., & Fonseca, E. (2015). Modelo Neuronal de Estimación para el Esfuerzo de Desarrollo en Proyectos de Software (MONEPS). *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 3(3), 148–154. <https://doi.org/10.18294/relais.2015.148-154>
- Arias, J. C. (2016). Análisis para implementación del modelo Stage Gate dentro del Proceso De Innovación a Nivel Empresarial Caso De Estudio: Ezgo S.a., 109. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/54062/7/JuanCarlosArias.2016.pdf>
- Arora, A., W.M. Cohen and J.P. Walsh (2016), “The acquisition and commercialization of invention in American manufacturing: Incidence and impact”, *Research Policy*, Vol. 45/6, pp. 1113-1128.
- Arundel, A. et al. (2016), “Management and service innovations in Australian and New Zealand universities: Preliminary report of descriptive results”, Australian Innovation Research Centre (University of Tasmania) and LH Martin Institute (University of Melbourne)
- Blauvelt, R. J. R., & Blauvelt, W. D. R. (2015). *Metodología Para La Estimación De Proyectos De Desarrollo De Software Para La Empresa Sophos Banking Solutions S.a.S.* UNIVERSIDAD EAFIT. Recuperado de https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/8109/RicardoJose_RamirezBlauvelt_WilliamDavid_RamirezBlauvelt_2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Bogado, V. S., Dapozo, G. N., & García Martínez, R. (2011). Estimación en gestión de proyectos de software basada en explotación de información. *XIII Workshop de Investigadores En Ciencias de La Computación*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10915/20137>
- Cabero Almenara, J., & Barroso Osuna, J. (2013). La utilización del juicio de experto para la evaluación de TIC: el Coeficiente de competencia experta. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 65(2), 25–38. <https://doi.org/10.13042/brp.2013.65202>
- Carrasco, R. J. C. (2013). *Una Herramienta de Apoyo a la Estimación del Esfuerzo de Desarrollo de Software en Proyectos Pequeños*. Universidad de Chile. Recuperado de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/115273/cf-cordero_rc.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Claudia Milena Sabogal Serrano, A. E. B. (2015). Una revisión de modelos de estimación de esfuerzo en el desarrollo de software para industrias de entornos locales. Recuperado de file:///C:/Users/Angela/Downloads/VICIIP_2015_PonenciaClaudiaMilenaSabogalSerrano.pdf
- Cooper, R. G. (2014). Invited Article: What’s Next?: After Stage-Gate. *Research-Technology Management*, 57(1), 20–31. <https://doi.org/10.5437/08956308X5606963>

- Coral Coral, H. R. (2018). Modelo de Estimación de Proyectos de Software en Etapas tempranas basado en Redes Neuronales Artificiales. Universidad de las Fuerzas Armadas. Recuperado de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/13994/1/T-ESPE-057835.pdf>
- Dapozo, G., Medina, Y., & Lencina, B. (2016). La práctica de la estimación en empresas y áreas de Sistemas. *Doi.Org, 1*(4). <https://doi.org/10.5281/zenodo.59475>
- DeBresson, C. and B. Murray (1984), “Innovation in Canada – A retrospective survey: 1945-1978”, Cooperative Research Unit on Science and Technology (CRUST), New Westminster
- Edgett, S. J. (2015). El Modelo De Procesos De Ides-a-Lanzamineto Stage-Gate Una Vision Integral, 1–5.
- Grenning, J. (2002). Planning poker or how to avoid analysis paralysis while release planning. *Hawthorn Woods: Renaissance Software Consulting*, (April), 1–3. <https://doi.org/10.1007/s00393-007-0236-7>
- Lorenzo, G. L. F., Lío, D. G., Domínguez, L. A. Q., Jarvin Antón VargasRamakrishan, K., Mathew, K. N., & Thomas, K. (2014). Estimación del esfuerzo en proyectos de software utilizando técnicas de inteligencia artificial. *Universidad de Las Ciencias Informáticas, Revista Cubana de Ciencias Informáticas ISSN: 8*(4), 1–20.
- O’Brien, K. et al. (2015), “New evidence on the frequency, impacts and costs of activities to develop innovations in Australian businesses: Results from a 2015 pilot study”, report to the Commonwealth, Department of Industry, Innovation and Science, Australian Innovation Research Centre (University of Tasmania), Hobart, www.utas.edu.au/__data/assets/pdf_file/0009/772857/AIRC-Pilot-surveyreport-for-DIS_Dec_2015.pdf.
- O’Brien K, et al. (2014), “Lessons from high capability innovators: Results from the 2013 Tasmanian Innovation Census”, Australian Innovation Research Centre (University of Tasmania), Hobart.
- OECD/Eurostat (2018), Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg.
- Project Management Institute. (2017) Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos. Guía del PMBOK. Sexta Edición.
- Sabogal Serrano, C.M. (2017). Un caso de estudio sobre los factores que afectan la estimación de proyectos de software con base en el repositorio ISBSG. Universidad Nacional de Colombia.
- Valero Orea, S. (2009). Estimación de Proyectos de Software Con Puntos de Casos de Uso, 9. <https://doi.org/10.4271/950343>
- Varas, M. (2015). Una Experiencia con la Estimación del Tamaño del Software, (June), 1–6.

- Velarde Bedegral, H. R. (2017). *Modelo para la estimación del esfuerzo de desarrollo en tareas de ingeniería de proyectos de software empleando aprendizaje automático*. Universidad de Granada. Recuperado de <http://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/45264/26420776.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Victoria, M., Sánchez, G., Luis, J., & Cancino, T. (2013). Bibliometric maps or maps of science: a useful tool for developing metric studies of information. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/285/28529572002.pdf>
- Villanueva Bendezú, D.V (2013). *Validación de técnicas de estimación de esfuerzo en proyectos de software con ciclos de vida incremental y paradigma orientado a objetos*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5273>
- Asociación Colombiana de Ingeniero de Sistemas-ACIS. (2018). XVI Encuesta de Gerencia de Proyectos TI. Informe de resultados. Recuperado de <http://www.acis.org.co/archivos/JornadasGerencia/2018/Memorias/15.pdf>