

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)

**Propuesta de diseño de una metodología para la categorización de los proyectos de
Investigación y Desarrollo en una empresa procesadora de lácteos y bebidas.**

Esteban Boza Méndez

PROYECTO FINAL DE GRADUACION PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE MASTER EN ADMINISTRACION
DE PROYECTOS

San José, Costa Rica

Abril, 2018

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como
Requisito parcial para optar al grado de Máster en Administración de Proyectos

MAP. LE. Eneida Góngora Sánchez

PROFESOR TUTOR

MAP. ING. Osvaldo Martínez G.

Se debe anotar el nombre
LECTOR No.1

MAP. ING. Evelyn Hernández Rojas

LECTOR No.2

Esteban Boza Méndez

SUSTENTANTE

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a la memoria de mi amado papá, a quien debo todo lo que soy como profesional y mucho de lo que soy como persona. No hay día en que no le recuerde con el cariño más profundo.

AGRADECIMIENTOS

Quiero extender un agradecimiento sincero a mis compañeros de Investigación y Desarrollo de Dos Pinos, quienes me ayudan y retan para ser un mejor profesional cada día.

Aprovecho también para agradecer a todos mis profesores de maestría, profesionales de los que pude aprender mucho. Me gustaría hacer un reconocimiento especial a mi tutora del PFG, la máster Eneida Góngora, por su guía y motivación durante la realización de este trabajo final de graduación.

Finalmente doy las gracias a Dios y a mi familia porque continúan siendo mi confianza y fortaleza para seguir adelante en la vida, ellos están detrás de este gran logro también.

INDICE

HOJA DE APROBACION	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE	v
INDICE ILUSTRACIONES	vi
INDICE CUADROS	vii
INDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES	viii
RESUMEN EJECUTIVO	ix
1 INTRODUCCION.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Problemática.....	2
1.3. Justificación del problema.....	4
1.4. Objetivo general.....	5
1.5. Objetivos específicos.....	5
2 MARCO TEORICO.....	6
2.1 Marco institucional.....	6
2.2 Teoría de Administración de Proyectos.....	10
2.3 Sistemas y herramientas de categorización de Proyectos.....	18
3 MARCO METODOLÓGICO.....	28
3.1 Fuentes de información.....	28
3.2 Métodos de Investigación.....	30
3.3 Herramientas.....	33
3.4 Supuestos y Restricciones.....	35
3.5 Entregables.....	36
4 DESARROLLO.....	38
4.1. Bases para la construcción de una metodología de clasificación de proyectos de Investigación.....	38
4.2. Definición de requisitos, criterios y sub-criterios para la clasificación de los proyectos de IyD en la Cooperativa Dos Pinos.....	51
4.3. Diseño de una metodología para la clasificación de proyectos según su complejidad.....	57
4.4. Propuesta de un plan de implementación de la metodología en la Cooperativa Dos Pinos.....	71
5 CONCLUSIONES.....	88
6 RECOMENDACIONES.....	89
7 BIBLIOGRAFIA.....	90
8 ANEXOS.....	94
Anexo 1: ACTA DEL PFG.....	94
Anexo 2: EDT del Proyecto Final de Graduación (PFG).....	98
Anexo 3: CRONOGRAMA PFG.....	99
Anexo 4: Cuestionario Web para establecer criterios y sub-criterios de complejidad... 100	
Anexo 5: Matrices de comparación pareada de los sub-criterios de complejidad de cada criterio o factor macro del PAJ.....	103
Anexo 6: Plantilla para registro de lecciones aprendidas.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura organizacional de la Dirección de Mercadeo e Investigación de la Cooperativa Dos Pinos (Fuente: Soto, 2017)	9
Figura 2. Contexto organizacional de la dirección de proyectos (Fuente Lledó, 2013).....	12
Figura 3. Estructura generica del ciclo de vida un proyecto (Fuente: Lledó, 2013).	15
Figura 4. Diagrama de procesos en la administración de proyectos (Fuente: PMI, 2013)...	16
Figura 5. Ejemplo genérico de una jerarquía de criterios y alternativas (Fuente: Vargas, 2012).....	23
Figura 6. Ejemplos de mapeo de complejidad en 5 dimensiones para dos proyectos de transporte distintos (Fuente: Gransberg et al., 2013).....	47
Figura 7. Representación gráfica de las 4 dimensiones de complejidad del modelo NCTP (Fuente: Nga Dao, 2011)	48
Figura 8. Matriz de evaluación de complejidad para la administración de proyectos (Fuente: Pacheco, 2014)	50
Figura 9. Matriz de trazabilidad de requisitos para el diseño de una metodología de clasificación de proyectos de IyD (elaboración propia)	54
Figura 10. Metodología para categorizar proyectos de IyD según complejidad: entradas, herramientas y técnicas, y salidas (elaboración propia)	58
Figura 11. Matriz para la evaluación de complejidad de los proyectos de IyD (elaboración propia).....	66
Figura 12. Ejemplo de la “huella” grafica de complejidad para proyectos de IyD en la cooperativa (elaboración propia)	70
Figura 13. Escalas de evaluación de probabilidad, impacto y riesgo general para análisis de riesgos (Elaboración propia).....	78

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Escala de Saaty de importancia relativa (Fuente: Saaty, 2008).....	24
Cuadro 2. Fuentes de información utilizadas (Adaptado de Lozanos 2011).....	29
Cuadro 3. Métodos de investigación utilizados (Adaptado de Ruiz, 2006)	32
Cuadro 4. Herramientas utilizadas (Adaptado de PMI, 2013)	34
Cuadro 5. Supuestos y restricciones para la realización del proyecto (Fuente: elaboración propia).....	35
Cuadro 6. Entregables del Proyecto final de graduación (fuente: elaboración propia)	37
Cuadro 7. Ejemplo de categorización de proyectos según índice de complejidad global (elaboración propia).....	39
Cuadro 8. Criterios de complejidad para la matriz de complejidad de la Agencia de Servicio para la Agricultura (fuente: USDA, s.f.)	44
Cuadro 9. Documentación de requerimientos para el diseño de una metodología de clasificación de proyectos de IyD (elaboración propia)	52
Cuadro 10. Ranking de los criterios y sub-criterios de complejidad para los proyectos de IyD (elaboración propia)	56
Cuadro 11. Clasificación actual según tipo de proyecto de IyD en la Cooperativa Dos Pinos (fuente: Bolaños, 2017)	59
Cuadro 12. Sub-criterios de complejidad para la estructura de evaluación (fuente: elaboración propia).....	61
Cuadro 13. Escala de importancia relativa (adaptado de Saaty, 2008)	64
Cuadro 14. Matriz de comparación de criterios de complejidad (elaboración propia)	64
Cuadro 15. Cálculo del autovector (“peso”) de cada criterio de complejidad del PAJ del cuadro 14 (elaboración propia).....	65
Cuadro 16. Clasificación de proyectos según índice de complejidad (elaboración propia).....	68
.....	68
Cuadro 17. Número de horas de trabajo según complejidad del proyecto y grupos de tareas (elaboración propia).....	69
Cuadro 18. Listado de tareas preparatorias para la implementación de la metodología diseñada (elaboración propia).....	72
Cuadro 19. Plan de implementación de la metodología de categorización de proyectos de IyD (elaboración propia)	74
Cuadro 20. Identificación y análisis cualitativo de riesgos para la implementación (elaboración propia).....	77
Cuadro 21. Plan de respuesta a los riesgos para la implementación (elaboración propia)...	79
Cuadro 22. Roles y responsabilidades del plan de calidad para la implementación (elaboración propia).....	80
Cuadro 23. Objetivos y métricas de calidad para la implementación de la metodología de categorización (elaboración propia)	82
Cuadro 24. Actividades de aseguramiento y control de calidad para la implementación de la metodología de categorización (elaboración propia).....	83
Cuadro 25. Estrategias de comunicación según grupo de interesados (elaboración propia) 84	
Cuadro 26. Matriz de comunicaciones para la implementación (elaboración propia)	85

INDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES

Acrónimo o abreviación	Significado
AP	Administración de Proyectos
CMI	Cuadro de Mando Integral
<i>GAPPS</i>	Alianza Global de Estándares de Rendimiento para Proyectos
INA	Instituto Nacional de Aprendizaje
IyD	Investigación y Desarrollo
<i>NCTP</i>	Abreviatura en inglés para novedad, complejidad, tecnología y cronograma.
PAJ	Proceso Analítico Jerárquico
PFG	Proyecto Final de Graduación
<i>PMBOK</i>	Guía de Fundamentos para la Administración de Proyectos
<i>PMI</i>	Instituto de Administración de Proyectos
<i>PMO</i>	Oficina de Gestión de Proyectos
<i>OPM</i>	Dirección de Proyectos Organizacional
RC	Razón de consistencia de una matriz de comparación pareada
<i>SMART</i>	Abreviatura en inglés para específico, medible, logable, realista y enmarcado en el tiempo
UCI	Universidad para la Cooperación Internacional
<i>USDA</i>	Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América

RESUMEN EJECUTIVO

En la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos existe una amplia variedad de proyectos ya que se trata de una de las empresas más grandes y diversificadas dentro del sector alimentario de la región centroamericana. A su vez, el tamaño y diversidad de los proyectos de innovación que son asignados al departamento de Investigación y desarrollo es variable. Por ejemplo, los lanzamientos de nuevos productos incluyen entre otros: bebidas lácteas, productos lácteos fermentados, refrescos y tés, helados y golosinas. Cada una de estas categorías de productos conlleva el empleo de diferentes tecnologías y equipos de producción. La ubicación geográfica del proyecto puede variar también dependiendo de la categoría. Ha sido necesaria incluso la preparación y evaluación financiera para adquirir líneas de proceso nuevas.

Es sabido que en entornos multi-proyectos como este la complejidad de los proyectos es cada vez mayor y necesita ser entendida y medida mejor para ayudar a la gestión. La capacidad de gestionar eficazmente nuevos proyectos se ve afectada por la capacidad de la organización para recordar los éxitos del pasado y aprender de desafíos pasados. Esto requiere un proceso lógico, organizado de categorización para tanto proyectos como programas.

Dentro del departamento de Investigación y desarrollo de la Cooperativa Dos Pinos se realizaron esfuerzos pasados para tratar de establecer una clasificación de los proyectos que se trabajan. No obstante, estos esfuerzos fueron más de carácter práctico y se juzgó como necesario contar con una herramienta más robusta que se apoyara más en una investigación formal, en las buenas prácticas de gestión de proyectos y que estableciera una calificación ponderada que permitiera entender que tan complejo y riesgoso es cada proyecto relativamente.

El objetivo general de este trabajo fue diseñar una metodología para la categorización de los proyectos de investigación y desarrollo en esta empresa, con el fin de obtener criterios objetivos para la asignación de los recursos y más eficacia en el establecimiento de planes de proyecto. Los objetivos específicos fueron: llevar a cabo una revisión bibliográfica que permita establecer las bases para el desarrollo de la herramienta de clasificación de los proyectos de Investigación y desarrollo; establecer los requerimientos para el diseño de la herramienta de acuerdo a las necesidades actuales del departamento de Investigación y desarrollo de la empresa; desarrollar una metodología de categorización de proyectos que contemplara en sus entradas criterios predefinidos de manera que se pudiese clasificar cada proyecto de acuerdo a dichos criterios y establecer un plan de implementación para guiar la puesta en funcionamiento de la metodología de categorización

Para cumplir con los objetivos y diseñar la metodología se consultaron diversas fuentes primarias y secundarias de información que incluyeron entrevistas con los involucrados y revisión y síntesis de materiales como libros, tesis, artículos de revistas y páginas web. Se emplearon diversas metodologías de investigación y herramientas de gestión de proyectos de acuerdo con las buenas prácticas establecidas por el *PMI*. Los entregables finales del proyecto fueron: un documento resumen de revisión bibliográfica, un registro de necesidades del

departamento de IyD para la clasificación de sus proyectos, la metodología de clasificación de proyectos como tal, un plan de implementación de la metodología en la empresa que contempla un taller de capacitación para los desarrolladores de producto.

Mediante la realización del presente trabajo se generó una propuesta para que el departamento de Investigación y Desarrollo de la Cooperativa obtenga beneficios asociados a la administración de proyectos similares según su grado específico de complejidad multidimensional. Se empleó como base de la metodología de categorización de proyectos el método del Proceso Analítico Jerárquico, señalado por diversos autores como una herramienta válida para medir la complejidad en entornos multi-proyecto.

El grado de consistencia de los juicios emitidos como parte del proceso de “pesaje” de criterios y sub-criterios del análisis llevado a cabo es razonable, ya que para cada matriz de comparación elaborada la razón de consistencia fue menor o igual a 0.1.

Como parte de una propuesta de implementación es recomendable realizar pruebas de la metodología y evaluaciones de satisfacción con los usuarios para constatar que efectivamente cumple con los requisitos establecidos por el departamento de Investigación, así como revisar y depurar junto a la Gerencia de Investigación la guía de temas por considerar para la asignación de la nota de complejidad de cada sub-criterio, con el fin de reducir la subjetividad asociada al juicio de cada experto que empelará la matriz de evaluación de complejidad. Parte fundamental del plan de implementación sugerido es la realización de un taller con los futuros usuarios de la metodología para capacitarles en su uso.

Aunque se incluye una propuesta de horas de trabajo asociadas a las diferentes categorías de complejidad en trabajos posteriores podría considerarse asociar otras variables a la taxonomía de proyectos establecida, como por ejemplo un estimado de costos y las habilidades profesionales del equipo requeridas para ejecutar cada tipo de proyecto.

1 INTRODUCCION

1.1. Antecedentes

La Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. es una de las empresas más diversificadas de Latinoamérica y es líder en la producción y comercialización de alimentos lácteos y bebidas de gran calidad y valor nutricional en Centroamérica (Cooperativa Dos Pinos, 2011). Está integrada por más de 1.900 asociados productores y trabajadores, y cuenta con más de 4.900 colaboradores en la región de Centroamérica y el Caribe. La cooperativa constantemente está lanzando al mercado regional nuevos productos para desarrollar y fortalecer el liderazgo en innovación.

Lo anterior implica que es posible encontrar una gran variedad de proyectos de diferentes índoles en esta empresa. La empresa inició hace algunos años con la conformación de una Oficina de Gestión de Proyectos (*PMO*) con lo que ha pretendido dar pasos firmes hacia una sólida gestión de proyectos y de esta manera desarrollar y consolidar la cultura de administración de proyectos. La *PMO* ha venido liderando iniciativas y trabajándolas en conjunto con los equipos de proyectos que actualmente se están ejecutando.

Caso aparte es el tema del proceso de innovación dentro de la Dirección de Mercadeo e Investigación y Desarrollo. Existe un comité de alto nivel que analiza y aprueba la ejecución de este tipo de proyectos en sus diferentes fases. La dirección prepara además un plan anual de lanzamientos de nuevos productos que busca estar alineado con el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la empresa.

Se estima que más del 70% de las actividades de los proyectos de lanzamiento de nuevos productos son planificadas y ejecutadas por el departamento de Investigación y Desarrollo (Bolaños, 2017). Este departamento colabora y es

responsable de muchas tareas, desde la definición inicial de las ideas y diagnóstico de complejidad inicial hasta el escalamiento a un nivel productivo, pasando por procesos de desarrollo y monitoreo de cronogramas de trabajo, creación de prototipos y registros sanitarios, y evaluación financiera.

Se sabe que el tamaño y diversidad de los proyectos de innovación que son asignados a Investigación es variable. Por ejemplo, los lanzamientos de nuevos productos incluyen entre otros: bebidas lácteas, productos lácteos fermentados, refrescos y tés, helados y golosinas. Cada una de estas categorías de productos conlleva el empleo de diferentes tecnologías y equipos de producción. La ubicación geográfica del proyecto puede variar a su vez dependiendo de la categoría. Puede requerirse incluso la preparación y evaluación financiera para adquirir una línea de proceso nueva.

Dentro del departamento de Investigación y desarrollo se han realizado esfuerzos pasados para tratar de establecer una clasificación de los proyectos que se trabajan. No obstante, estos esfuerzos han sido más de carácter práctico y se cree necesario contar con una herramienta más robusta que se apoye más en una investigación formal y en las buenas prácticas de gestión de proyectos.

1.2. Problemática.

Las organizaciones actuales se enfrentan a un entorno altamente competitivo caracterizado por cambios, complejidad creciente y amenazas de la competencia global (Nga Dao, 2011). Deben de maximizar su productividad al mismo tiempo que ejecutan proyectos que les permiten alcanzar sus objetivos estratégicos.

Según Archibald (2013), la mayoría de las organizaciones reconocen que los proyectos que financian y ejecutan pertenecen a diferentes categorías, pero la disciplina de la gestión de proyectos no ha reconocido plenamente que estos diferentes tipos de proyectos suelen presentar diferentes modelos de ciclo de vida

y requieren diferentes métodos de gobernanza: ejecución y control. A pesar de esta categorización de facto de los proyectos por parte de los profesionales, no existe un método o sistema generalizado para identificar las diversas categorías básicas de proyectos y las muchas variaciones en las características clave que pueden existir dentro de esas categorías.

Además, específicamente en el ámbito de los proyectos de Investigación y Desarrollo, actualmente la dispersión y variedad de los métodos de gestión de proyectos y sus taxonomías plantean dificultades en la selección de un concepto de gestión adecuado para un tipo particular de proyecto de IyD (Kutchá y Skorón, 2015).

En el departamento de Investigación y Desarrollo, responsable clave de muchos de los proyectos de innovación de la Cooperativa Dos Pinos, no se cuenta actualmente con una herramienta o sistema de clasificación de proyectos formal. Para la redacción de los casos de negocio que anteceden la aprobación de un lanzamiento de producto nuevo, los investigadores y técnicos emiten un juicio experto que abarca la viabilidad técnica y los riesgos que puede afrontar cada proyecto o producto, pero no establecen una calificación ponderada que permita entender que tan complejo y riesgoso es el proyecto relativamente.

Lo anterior complica la administración de Investigación y Desarrollo en la Cooperativa, ya que dificulta la asignación de recursos limitados e impide en cierto modo el establecimiento de presupuestos y cronogramas de trabajo realistas.

Se ha vuelto fundamental gestionar los proyectos de manera eficaz y estratégica; una ejecución deficiente puede poner las organizaciones en peligro. Los proyectos y los programas impulsan los cambios en las organizaciones. Cuando estos fracasan, las organizaciones pierden dinero y cuota de mercado, es menos probable que ejecuten sus estrategias y además desaprovechan las ventajas competitivas.

1.3. Justificación del problema

En un entorno multi-proyecto la complejidad de la gestión se refleja en la diversidad de los proyectos. Reconocer similitudes y diferencias entre los diversos tipos de proyectos se hace necesario para emplear métodos eficaces de gestión. Los sistemas de categorización de proyectos se utilizan para esta razón.

El desempeño de la Cooperativa Dos Pinos, y más específicamente, de la Dirección de Mercadeo e Investigación y Desarrollo, es medido por la Gerencia General en términos de indicadores del Cuadro de Mando Integral (CMI). Dentro de estos indicadores hay tres que se relacionan directamente con la gestión de los proyectos en los que participa Investigación y Desarrollo. Estos indicadores son:

- Cumplimiento del Plan de Nuevos Lanzamientos
- Participación del Mercado Corporativo
- Cumplimiento Proyectos Estratégicos Mercadeo

Aunque durante el último período fiscal la Dirección logró cumplir con las metas propuestas para estos tres indicadores, la Gerencia de IyD reconoce que esto conllevó una carga de trabajo alta para su recurso humano y se perjudicó otras áreas de la gestión como por ejemplo la estandarización y cumplimiento de los procedimientos auditables (Bolaños, 2017). A la luz de lo anterior se considera que el establecimiento de una herramienta metodológica de clasificación de proyectos podría mejorar el desempeño del departamento de Investigación y Desarrollo de la siguiente forma:

- Hará del diagnóstico inicial de la complejidad de un proyecto, que IyD debe incluir en los casos de negocio, un proceso más controlado y estandarizado, lo que conllevaría a evitar los atrasos y sobrecostos en el plan de lanzamientos.

- Permitirá establecer cronogramas más realistas de acuerdo con el tipo de proyecto, cerrando en mayor grado la brecha actual que existe entre las fechas planeadas para lanzamientos de nuevos productos y su ejecución real, además de que se evitarían sobrecargas de trabajo.
- Se podrán establecer fácilmente similitudes y diferencias entre los proyectos presentes y los ejecutados en el pasado. Esto conlleva a una gestión más asertiva y ordenada ya que se asignarán los recursos del departamento más objetivamente en base a las lecciones aprendidas de proyectos pasados similares.
- Una administración eficaz de proyectos permitirá cumplir en mayor grado las estrategias y además aprovechar las ventajas competitivas de la Cooperativa, lo que impacta directamente el desempeño en el plan de proyectos estratégicos de la Dirección y la participación del mercado corporativo.

1.4. Objetivo general

- Diseñar una metodología para la categorización de los proyectos de Investigación y Desarrollo en una empresa procesadora de lácteos y bebidas, con el fin de obtener criterios objetivos para la asignación de los recursos y más eficacia en el establecimiento de planes de proyecto.

1.5. Objetivos específicos.

- Llevar a cabo una revisión bibliográfica que permita establecer las bases para el desarrollo de la metodología de clasificación de los proyectos de Investigación y Desarrollo.
- Establecer los requerimientos para el diseño de la herramienta de acuerdo a las necesidades actuales del departamento de Investigación y desarrollo de la empresa.

- Desarrollar una metodología de categorización de proyectos que contemple en sus entradas criterios predefinidos de manera que se pueda clasificar cada proyecto de acuerdo a dichos criterios.
- Establecer un plan de implementación para guiar la puesta en funcionamiento de la metodología de categorización.

2 MARCO TEORICO

2.1 Marco institucional

2.1.1 Antecedentes de la Institución

La Cooperativa nació en el marco del movimiento cooperativo que promovió la Sección de Fomento a cooperativas agrícolas e industriales por medio del Banco Nacional de Costa Rica. En el umbral de la crisis política que concluyó con la Guerra Civil de 1948 y en un panorama de desorganización de los mismos productores de leche, la tarde del 26 de agosto de 1947 veinticinco lecheros acordaron reunirse en la sede de la Cámara de Agricultura y Agroindustria (Cooperativa Dos Pinos, 2011). En el acta de constitución quedó asentada la idea de que la nueva cooperativa emergiera con tres objetivos básicos:

- Vender la leche a una empresa que, siendo propia, les pagara un precio justo.
- Comprar los insumos necesarios para sus fincas, también en una empresa propia.
- Promover el desarrollo industrial y social de Costa Rica.

En 1951 se construyó la planta de embotellado y pasteurización, primer pasó en la industrialización del proceso, procesando 400 botellas de leche diarias. Durante esta misma década y las venideras se compraron o construyeron plantas de helados, leche en polvo, quesos y cremas ácidas (Cooperativa Dos Pinos, 2011).

En 1969 se creó el recibo de leche de San Carlos (Zona Norte del país) con el objetivo de facilitar la entrega a los socios de esa zona y hacer más eficiente el proceso de recibo de leche. En 1985 se instaló la planta de envasado aséptico Tetra Brik, que permitió el desarrollo de leche de larga duración, y en 1988 la Cooperativa comenzó a exportar producto al exterior.

Durante las décadas de 1990 y 2000 la Cooperativa construyó sus plantas actuales ubicadas en San Carlos y en el Coyol de Alajuela, y desde entonces ha buscado consolidar sus operaciones en el resto de la región adquiriendo plantas y subsidiarias a nivel nacional y en el resto de Centroamérica (Cooperativa Dos Pinos, 2011).

Recientemente fueron compradas dos nuevas plantas de proceso en Costa Rica: una embotelladora dedica a la fabricación y envasado de bebidas no lácteas, y una planta de golosinas y confites lo que permite diversificar el portafolio de productos.

2.1.2 Misión y visión

A continuación, se citan la misión y visión de la Cooperativa de productores de leche Dos Pinos, empresa para la cual se realizará la propuesta metodológica:

Visión

“Proveer bienestar y salud a nuestros consumidores a través de un portafolio diversificado de alta calidad, promoviendo prácticas responsables y de excelencia operativa, para lograr al 2021 beneficios al nivel de empresas de lácteos y alimentos de clase mundial” (Soto, 2017).

Misión

“Crear valor y bienestar a nuestros clientes, asociados y colaboradores, contribuyendo a su desarrollo social y económico de manera sostenible, mediante una distribución equitativa de la riqueza” (Soto, 2017).

El rol del departamento de Investigación y Desarrollo es fundamental para cumplir las promesas descritas en la misión y la visión de esta empresa. Mediante el desarrollo de múltiples proyectos este departamento logra generar valor tanto para la cooperativa como para sus clientes, contribuyendo a la obtención de un portafolio de productos de alta calidad. Se espera que con el desarrollo de la metodología de clasificación de proyectos el departamento de Investigación se torne aún más eficiente y colabore así con el desarrollo económico y social de la empresa en forma sostenida.

2.1.3 Estructura organizativa

La estructura organizativa de la Dirección de Mercadeo e Investigación y desarrollo de la cooperativa se ilustra en la figura 1. El proyecto se desarrollará para la Gerencia de Investigación y Desarrollo, que es una de 6 Gerencias que reportan a la Dirección de Mercadeo.

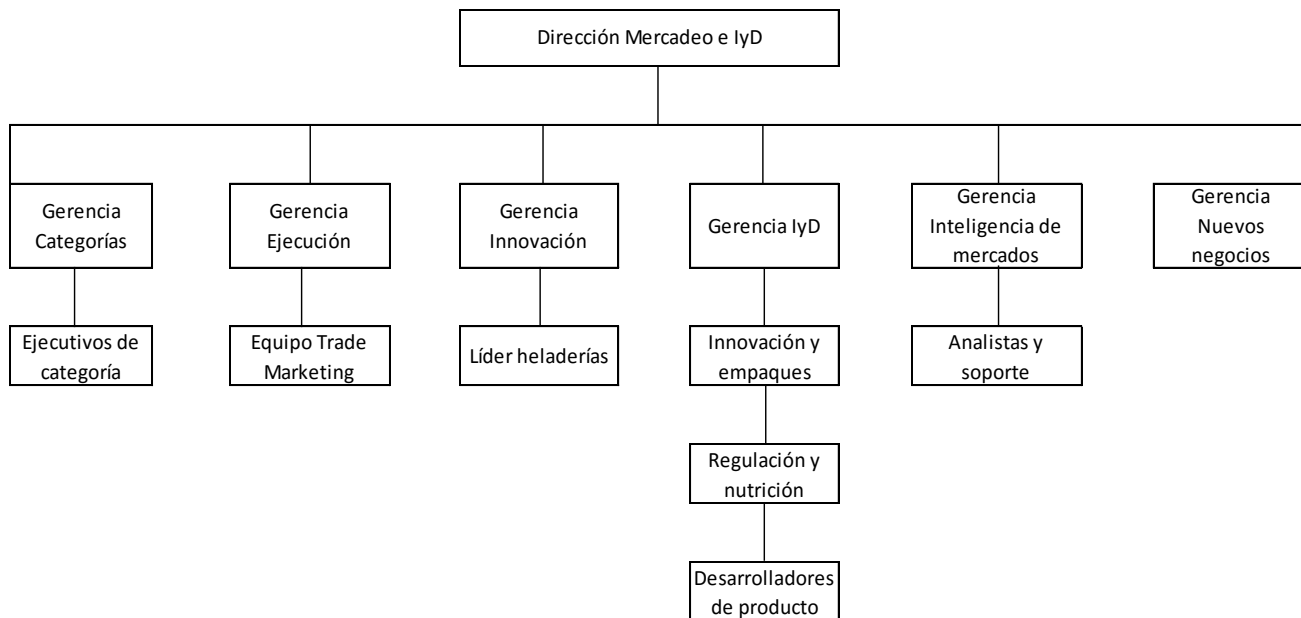


Figura 1. Estructura organizacional de la Dirección de Mercadeo e Investigación y Desarrollo (IyD) de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos (Fuente: Soto, 2017).

Dentro de la estructura mostrada en la figura 1, la propuesta de la metodología de clasificación de proyectos se desarrollará como una solución para que la Gerencia de Investigación pueda asignar sus recursos de una forma más eficiente a los proyectos que le son asignados por la Dirección de Mercadeo.

2.1.4 Productos que ofrece

Conocida por los centroamericanos por su marca Dos Pinos, la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. está considerada, en Costa Rica, Centroamérica y el Caribe, como una empresa líder en productos lácteos con 70 años en el mercado.

La Cooperativa procesa el 80 por ciento de la leche que se industrializa en Costa Rica, cuenta con una Planta de concentrados para animales, que produce 160.000 quintales por mes; una moderna planta procesadora de quesos y una

secadora de leche en polvo de alta tecnología, y las plantas más diversificadas, como la de Tetra Brik, conocida como una de las plantas en su tipo más diversificada del mundo. A lo anterior hay que sumar almacenes agro veterinarios, distribuidos en Costa Rica, para supervisar la salud de los hatos, así como un cuerpo de productores y técnicos que propician la más alta calidad, con alcances de competencia internacional; además, sus 9 sucursales de distribución ubicadas en todo el país.

Los productos que ofrece la Cooperativa al público general incluyen:

- Leches
- Helados
- Otros Lácteos
- Jugos y Refrescos
- Golosinas

Es dentro de estas categorías de productos que se generan los proyectos de Investigación y Desarrollo. Los proyectos de investigación en la Cooperativa están relacionados con el avance tecnológico e investigativo y pueden definirse como un conjunto de actividades realizadas con el fin de aumentar los conocimientos técnicos, así como la utilización de los resultados de estas actividades para conseguir nuevos productos, materiales y/o procesos.

2.2 Teoría de Administración de Proyectos

2.2.1 Proyecto

De acuerdo con el PMI (2013) un proyecto se define como esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. Así, definir un esfuerzo como un proyecto no depende de la complejidad o magnitud de este, sino más bien de las características de único y temporal. Debe entenderse entonces que un proyecto es por lo general una secuencia de actividades que

tiene un principio y un fin, orientadas como conjunto para la obtención de un resultado específico.

Los proyectos pueden terminar por diversas razones, ya sea que se cumplan los objetivos planteados para los mismos o no. En cuanto al resultado del proyecto, este puede ser tangible o intangible, y de lo más variado, pudiendo incluir:

- Un elemento final en sí mismo, un componente de otro elemento o una mejora de un elemento existente.
- Un servicio o la capacidad de realizar un servicio.
- Una mejora de una línea de producción o de prestación de servicios
- Documentos como informes, investigaciones o conclusiones.

2.2.2 Administración de Proyectos

Según Lledó (2013), los proyectos dentro de las organizaciones típicamente están incluidos dentro de un contexto más amplio, como se muestra en la figura 2. En primer lugar, todo proyecto debería estar alineado dentro del plan estratégico de la compañía. El segundo rango de jerarquía podría ser un portafolio que puede incluir distintos programas y/o proyectos.

Contexto de la dirección de proyectos



Figura 2. Contexto organizacional de la dirección de proyectos (Fuente Lledó, 2013)

Un portafolio es un grupo de proyectos, programas, sub-portafolios y operaciones que son manejados en conjunto con el propósito de alcanzar los objetivos estratégicos de la organización. Los proyectos o programas dentro de un portafolio no están necesariamente relacionados, incluso si comparten recursos o compiten entre ellos por fondos (PMI, 2006). Los proyectos individuales, estén o no incluidos en un programa, siempre se consideran parte de un portafolio.

Por su parte, el PMI (2013) define un programa como un grupo de proyectos, subproyectos y actividades relacionadas que son gestionados en coordinación para obtener beneficios que no estarían disponibles si fueran manejados de manera individual. Los programas son un medio para ejecutar las estrategias corporativas y alcanzar los objetivos organizacionales o de negocio. Los beneficios de un programa pueden ser percibidos a lo largo de su ejecución o pueden ser percibidos únicamente al finalizar el programa.

La Dirección de Proyectos Organizacional (OPM), es un proceso integral que permite a las organizaciones ejecutar su estrategia a partir de una adecuada

gestión de portafolios, programas y/o proyectos. Existen diferentes procesos y herramientas recomendadas por organismos competentes para la gestión de cada uno de estos elementos. Para el caso específico de los proyectos se cuenta con toda una disciplina conocida como Administración de Proyectos (AP).

La Administración de Proyectos (AP) se define como la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requerimientos de este (PMI, 2103). Las llamadas buenas prácticas de la AP son una serie de pautas recomendadas por Instituto de Administración de Proyectos con el fin de ser aplicadas en la planeación, ejecución, seguimiento y cierre de los proyectos, aumentando la probabilidad de éxito de estos últimos.

Una definición de importancia en la AP es de Director de Proyectos. Los directores de proyectos son profesionales asignados por la organización patrocinadora para liderar al equipo encargado de llevar a cabo los proyectos. En última instancia son los grandes responsables de velar por la aplicación adecuada de los procesos para una AP efectiva.

El equipo de proyecto incluye al director y a una serie de individuos que actúan conjuntamente para alcanzar los objetivos de cada proyecto. En un equipo de proyecto es posible encontrar tanto personal asignado a procesos de dirección como miembros que colaboran con el trabajo del proyecto, pero no necesariamente en labores administrativas (PMI, 2013).

Sumado a todo lo anterior es importante recordar que los proyectos se ejecutan en contextos más amplios, donde su administración puede ser afectada en mayor o menor medida por factores como la influencia de interesados internos y/o externos, la naturaleza de la organización ejecutante, los activos de los procesos de la organización, la gobernabilidad, entre otros.

2.2.3 Ciclo de vida de un proyecto

El ciclo de vida del proyecto es un marco de referencia básico para la dirección y ejecución, y se refiere a las distintas fases del proyecto desde su inicio hasta su fin. Estas fases son generalmente secuenciales (aunque también pueden ser solapadas en algunos casos) y sus nombres y números son variables dependiendo las necesidades de la organización ejecutante, la naturaleza propia del proyecto y su área de aplicación. Las fases se pueden dividir por hitos específicos, entregables parciales o disponibilidad financiera para el proyecto; y son acotadas en el tiempo con un principio y un fin (PMI, 2013).

Al existir proyectos de diferentes tamaños y complejidades existen diferentes enfoques para el ciclo de vida de un proyecto. Existen ciclos predictivos u orientados a un plan, y también los hay adaptativos u orientados al cambio. En los primeros se define un alcance inicial y cualquier cambio es cuidadosamente gestionado. En los enfoques adaptativos, el alcance se define en el inicio de cada fase del proyecto.

A pesar de lo anterior, el PMI (2013) señala que todos los proyectos pueden configurarse dentro de un ciclo de vida genérico como el que se muestra en la Figura 3.

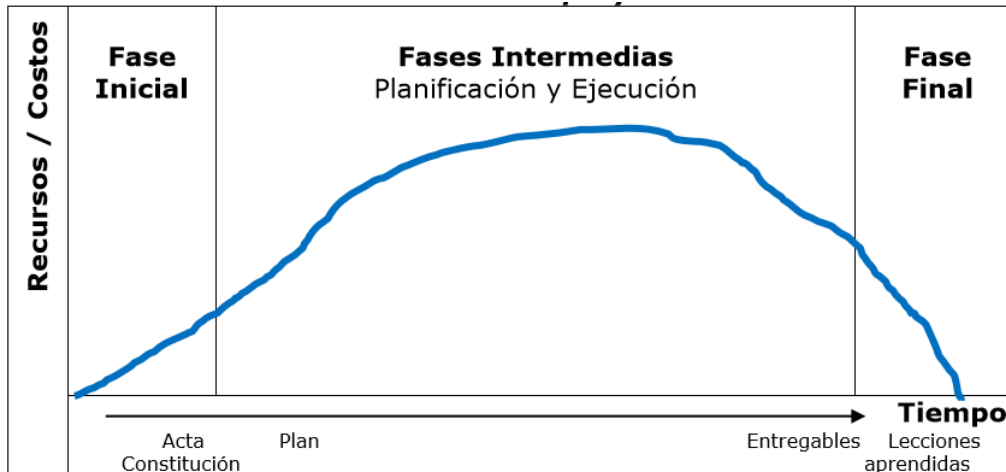


Figura 3. Estructura genérica del ciclo de vida un proyecto incluyendo tiempo y costo (Fuente: Lledó, 2013).

En la figura 3 se puede observar como existe una fase de inicio, donde el costo del proyecto es relativamente bajo, luego suceden fases intermedias que consumen la mayoría del presupuesto del proyecto antes de la fase final. El riesgo asociado al proyecto, así como la influencia de los interesados tienen un comportamiento inverso al del costo del proyecto a través del tiempo.

2.2.4 Procesos en la Administración de Proyectos

Según Lledó (2013) cada fase del ciclo de vida del proyecto puede ser considerada como un proyecto y todo proyecto requiere procesos. De acuerdo con el PMI (2013) los procesos de la AP pueden agruparse en 5 grupos. Las interacciones de estos grupos se muestran en la figura 4. En proyectos grandes es posible que estos 5 grupos de procesos se repitan para cada fase del proyecto.

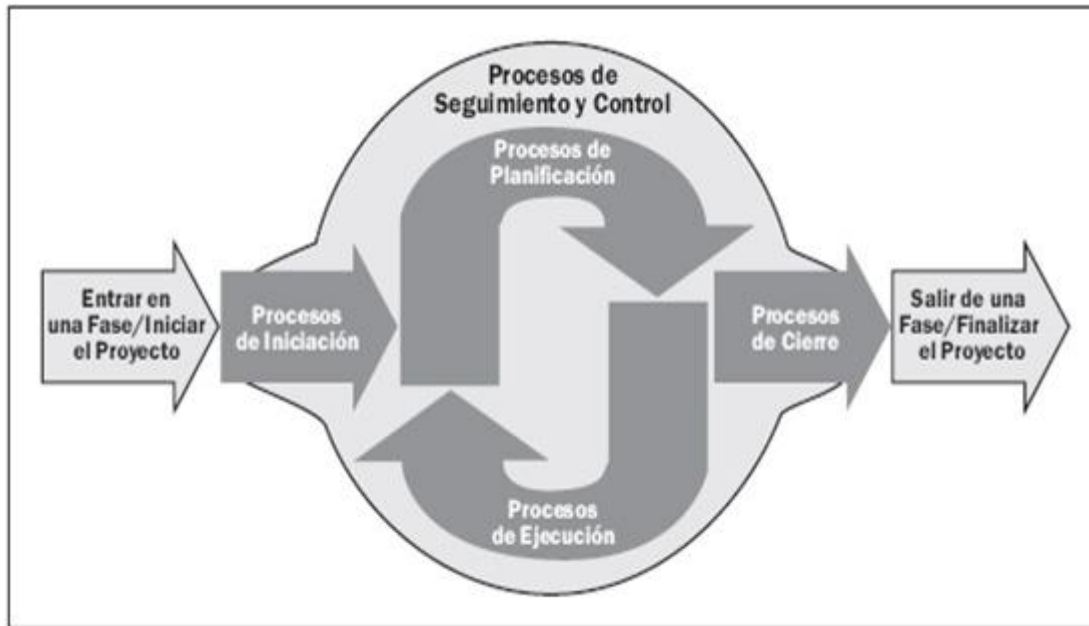


Figura 4. Diagrama de procesos en la administración de proyectos (Fuente: PMI, 2013).

Los grupos de procesos se explican brevemente a continuación según las definiciones del PMI (2013):

- Procesos de inicio: Los procesos de inicio definen o autorizan el comienzo del proyecto o una fase de este.
- Procesos de planificación: El grupo de procesos de planificación permite definir objetivos y planificar el curso de acción pretendido para cumplir con el alcance definido para el proyecto. Es durante estos procesos de planificación donde se establecen las líneas base que permitirán realizar el seguimiento de la ejecución del proyecto.
- Procesos de ejecución: el grupo de procesos de ejecución permite integrar personas y recursos para cumplir con lo establecido en dicho plan.
- Procesos de monitoreo y control: los procesos de monitoreo y control tienen una labor integradora según la figura 4, y permiten medir el avance del proyecto con respecto al plan original y detectar desviaciones con el fin de

establecer medidas correctivas que aseguren el cumplimiento final de los objetivos.

- Procesos de cierre: los procesos de cierre formalizan la aceptación de los productos y garantizan la culminación ordenada del proyecto o de cada una de sus fases.

Estos cinco grupos de procesos están relacionados estrechamente y de forma matricial con otro de los conceptos clave en la dirección de proyectos: las 10 áreas del conocimiento que se detallan en el apartado 2.2.5.

2.2.5 Áreas del Conocimiento de la Administración de Proyectos

Los procesos de la AP pueden clasificarse en grupos, pero también en áreas de conocimiento. En la guía *PMBOK* del PMI (2013) se establecen 10 áreas de conocimiento para la gestión efectiva de los proyectos. Un área de conocimiento puede incluir procesos dentro de uno o más de los grupos descritos en el apartado 2.2.4. Las áreas de conocimiento se listan y explican brevemente a continuación según las definiciones del PMI:

- Gestión de la Integración: Incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de la dirección de proyectos dentro de los grupos de procesos de la dirección de proyectos.
- Gestión del Alcance: Incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo (y únicamente todo) el trabajo requerido para completarlo con éxito.
- Gestión del Tiempo: Se centra en los procesos que se utilizan para garantizar la conclusión a tiempo del proyecto
- Gestión del Costo: Describe los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.

- **Gestión de la Calidad:** Describe los procesos involucrados en planificar, dar seguimiento, controlar y garantizar que se cumpla con los requisitos de calidad del proyecto.
- **Gestión de los Recursos Humanos:** Incluye los procesos que organizan y dirigen el equipo del proyecto.
- **Gestión de las Comunicaciones:** Incluye los procesos requeridos para asegurar la generación, recopilación, distribución, almacenamiento, recuperación y disposición final oportuna y apropiada de la información del proyecto.
- **Gestión de los Riesgos:** Incluye los procesos relacionados con la planificación de la gestión de riesgos, la identificación y el análisis de los riesgos, las respuestas a los riesgos, y el seguimiento y control de riesgos de un proyecto.
- **Gestión de las Adquisiciones:** Incluye los procesos para comprar o adquirir los productos, servicios o resultados necesarios fuera del equipo del proyecto para realizar el trabajo.
- **Gestión de los Interesados:** Incluye los procesos para identificar las personas, grupos u organizaciones que podrían impactar o ser impactados por una decisión actividad o resultado.

2.3 Sistemas y herramientas de categorización de Proyectos

2.3.1 Generalidades sobre la categorización de proyectos.

En la realidad de las organizaciones, cada proyecto es singularmente diferente y, por lo tanto, la gestión de proyectos no puede ser un proceso genérico único (Mosaic Projects, 2013). Por ejemplo, se considera responsabilidad del Director de proyecto y su equipo analizar que procesos y herramientas de la AP son aplicables a cada proyecto que deban ejecutar precisamente porque la naturaleza de los proyectos es variable.

Los proyectos son de naturaleza diversa según las necesidades que atienden. Se pueden categorizar según el tipo o el significado del proyecto, la incertidumbre tecnológica o en algún formato que se adapte a las tareas y al carácter organizativo específicos. Además, típicamente existe una variación en la importancia, la urgencia y la etapa de finalización de los proyectos (Nga Dao, 2011).

Galeano citada por Romero (2011) establece que “las categorías se entienden como ordenadores epistemológicos, campos de agrupación temática, supuestos implícitos en el problema y recursos analíticos como unidades significativas que dan sentido a los datos y permiten reducirlos, compararlos y relacionarlos. Categorizar es poner juntas las cosas que van juntas. Es agrupar datos que comportan significados similares”.

De acuerdo con Nga Dao (2011) varios estudios en la disciplina de gestión de carteras reconocen la importancia de la categorización de proyectos, que se refiere a la selección de proyectos, la priorización y la asignación de recursos en función de la prioridad. Sin embargo, este autor también menciona que hay una clara falta de investigación en la aplicación organizativa de los sistemas de categorización.

Archibald (2013), por su parte, establece que la pregunta básica no es si los proyectos deberían categorizarse, sino: ¿Cómo pueden categorizarse mejor para fines prácticos? Dos preguntas estrechamente relacionadas para este autor y que deben ser examinadas de cerca para establecer sistemas de clasificación son: ¿Cuáles son los propósitos de la categorización de proyectos? Y ¿Qué criterios o atributos del proyecto se usan mejor para categorizar los proyectos?

Un factor que conduce a una gestión eficaz en un entorno de proyectos múltiples es la asignación realista del director del proyecto a un proyecto que considera la complejidad y la fase del proyecto.

Nga Dao (2011) establece que se han registrado más éxitos en proyectos en los que los procedimientos se han modificado según el tipo de recurso y el tamaño del proyecto. El énfasis de los proyectos pequeños y medianos debería estar en la priorización de los recursos, mientras que para proyectos grandes la coordinación de actividades y la asignación de recursos adquieren más importancia. Ciertas características de los proyectos requieren diferentes procedimientos de planificación y monitoreo. Para este autor el uso de un enfoque común en todas las categorías de proyectos aumenta el riesgo de fracaso.

El sistema de categorización debería proporcionar información útil sobre las diferencias entre proyectos en una categoría y proyectos en cualquier otra categoría, y sean fácilmente traducibles y comprensibles en toda la organización. De acuerdo con Mosaic Projects (2013) un sistema de clasificación y priorización de proyectos debe proporcionar una categoría apropiada para cualquier proyecto que la organización pueda encontrar considerando un rango de cinco o seis atributos extraídos de:

- Alineación con diferentes aspectos de la estrategia de la organización
- La "importancia" y / o "urgencia" del proyecto
- Ubicación geográfica
- La forma de contrato o relación con clientes, proveedores y contratistas
- Fuentes de financiamiento y / o tipos de propiedad
- Distinguir entre proyectos normales, complejos y megaproyectos
- El grado de dificultad

A su vez, para estos autores hay cuatro dimensiones básicas que afectan la dificultad de administrar cada proyecto:

- Su tamaño inherente, generalmente se mide en términos de valor

- El grado de dificultad técnica para crear el producto (complicación) causado por las características del trabajo del proyecto y sus entregables, o el marco temporal en el que se requieren los entregables
- El grado de incertidumbre involucrado en el proyecto
- La complejidad de las relaciones tanto dentro del equipo del proyecto como en torno al proyecto

Las personas involucradas en el desarrollo de las metodologías de clasificación relacionarían el diseño con el contexto organizacional en el que se integraría el sistema. Un sistema complejo que ofrece un amplio número de categorías causa confusión entre los usuarios y se valida como poco práctico. Permanecerá sin usar. Se requieren decisiones cuidadosas sobre las líneas de demarcación entre categorías en el diseño. Un sistema de clasificación demasiado estricto y complejo involucrando demasiadas categorías disminuirá la efectividad del sistema. Demasiada libertad aumentará la probabilidad de que los elementos importantes no se consideren y se vuelvan invisibles (Nga Dao, 2011).

2.3.2 Ejemplos de metodologías de clasificación, mapeo y toma de decisiones en entornos multi-proyecto.

Las herramientas y técnicas de evaluación en gestión de portafolios tienen como finalidad ayudar a la organización en la comparación efectiva de componentes a los que se les asigna “un peso”, para eventualmente recomendar los que deben ser priorizados e incluidos en un portafolio balanceado.

Esto típicamente se logra estableciendo y usando criterios asociados a diferentes secciones del negocio, como por ejemplo Investigación y desarrollo, Productividad, Finanzas, Satisfacción de los empleados y de clientes, etc., a las que se les asigna un “peso” o grado de importancia. Luego se evalúan los proyectos o componentes de acuerdo con estos criterios para obtener un valor

numérico que permita priorizarlos (PMI, 2006). Este es un claro ejemplo de un proceso de clasificación y de toma de decisiones.

Según Saaty (2008), los procesos de toma de decisiones se han convertido en una ciencia matemática a pesar de que a veces envuelven criterios intangibles. El fin de estos procesos es formalizar el pensamiento que se realiza en torno a una o varias decisiones para hacerlo de la mejor y más transparente forma.

Una herramienta desarrollada para lo anterior es el Proceso Analítico Jerárquico (PAJ). El PAJ provee un marco de referencia racional y comprensiva para estructurar un problema de decisión, para representar y cuantificar sus elementos, para relacionar esos elementos a los objetivos generales, y para evaluar alternativas de solución.

Este proceso es una teoría de medida a través de las comparaciones por parejas y se basa en los juicios de expertos para derivar escalas de prioridad (Saaty, 2008). Son estas escalas las que permiten medir variables intangibles en términos relativos. Las comparaciones se hacen usando una escala de juicios absolutos que representa cuánto más, un elemento domina a otro con respecto a un determinado atributo.

Los juicios pueden ser inconsistentes, y cómo medir la inconsistencia y mejorar los juicios cuando sea posible para obtener una mejor la coherencia es una preocupación del PAJ. Según Saaty (2008) para tomar una decisión de manera organizada y generar prioridades se necesita descomponer la decisión en los siguientes pasos:

- Definir el problema y determinar el tipo de conocimiento buscado.
- Estructurar la jerarquía (ver figura 1) empezando desde la parte superior con el objetivo de la decisión, a continuación, los objetivos desde una perspectiva amplia, a través de los niveles intermedios (criterios de los que

dependen los elementos posteriores) hasta el nivel más bajo (que por lo general es un conjunto de las alternativas que podrían ser proyectos).

- Construir un conjunto de matrices de comparación por parejas. Cada elemento en una parte superior nivel se utiliza para comparar los elementos en el nivel inmediatamente inferior.
- Usar las prioridades obtenidas a partir de las comparaciones para sopesar las alternativas en el nivel inmediatamente inferior. Esto se hace para cada elemento. Continuar este proceso de “pesaje” hasta que se obtienen las prioridades finales de las alternativas en el nivel más inferior.

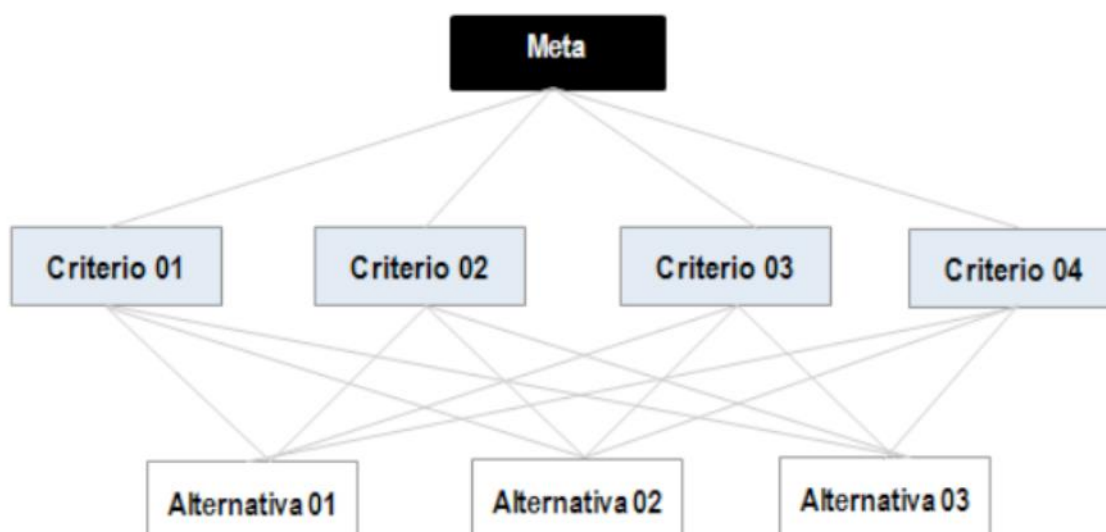


Figura 5. Ejemplo genérico de una jerarquía de criterios y alternativas (tomado de Vargas, 2012).

Para hacer las comparaciones, se necesita una escala de números que indique cuántas veces más importante o dominante es un elemento sobre otro elemento con respecto al criterio o propiedad con respecto a la que se comparan. La comparación entre dos elementos utilizando el PAJ se puede hacer de diferentes maneras. Sin embargo, la escala de importancia relativa entre dos alternativas sugerida por Saaty (2008) es la más utilizada. Al atribuir valores que varían de 1 a

9, la escala determina la importancia relativa de una alternativa cuando se compara con otra, como se observa en el cuadro 1.

Cuadro 1. Escala de Saaty de importancia relativa (Saaty, 2008).

Escala	Calificación numérica	Recíproco
Muy recomendado	9	1/9
De muy fuerte a recomendado	8	1/8
Muy fuertemente preferido	7	1/7
De Fuertemente a muy fuerte	6	1/6
Fuertemente preferido	5	1/5
De moderadamente a fuertemente	4	1/4
Moderadamente preferido	3	1/3
De igualmente a moderadamente	2	1/2
Igualmente preferido	1	1

De acuerdo con Daud *et al.* (S.F.) el método del Proceso Analítico Jerárquico, desarrollado por Saaty, ha demostrado ser superior a otros procedimientos de toma de decisiones de múltiple-criterio, como la técnica simple de multi-actitudes SMART.

Por otra parte, Gransberg *et al.* (2013) desarrollaron un sistema de mapeo de complejidad para proyectos de transporte basado en cinco dimensiones que son: complejidad técnica, cronograma, costo, valor financiero y contexto. El resultado es una "huella de complejidad" que ayuda al administrador del proyecto a identificar las fuentes de complejidad para que se puedan asignar los recursos adecuados para abordar esos factores antes de que creen una crisis.

Nga Dao (2011) cita otro ejemplo para clasificar proyectos conocidos como el modelo NCTP, desarrollado por Shenar y Dvir en 2004. Es un marco multidimensional que involucra tecnología y alcance de sistemas en cuatro dimensiones. El modelo es un marco central para seleccionar un enfoque de

gestión apropiado para los proyectos y abarca: novedad, complejidad, tecnología y cronograma.

Para el modelo NTCP la novedad del producto se refiere al grado de innovación integrado en el producto. Con respecto a la novedad de los productos de gestión de proyectos, se verán afectadas las actividades relacionadas con el mercado y la especificación del producto. Por ejemplo, los productos innovadores son nuevos en el mercado y deben lanzarse confiando más en la intuición, la adivinanza y el ensayo y error en lugar de utilizar estudios intensivos.

Para la incertidumbre tecnológica, los autores del modelo NTCP los autores desarrollaron cuatro niveles distintos:

- 1) Baja tecnología: tecnologías existentes y bien establecidas.
- 2) Tecnología media: principalmente tecnologías existentes o de base combinadas con nuevas características.
- 3) Alta tecnología: tecnología nueva pero existente.
- 4) Súper-tecnología: tecnología inexistente, objetivos del proyecto bien definidos.

Los diferentes niveles de complejidad se pueden representar como una jerarquía de sistemas, por lo que un alcance inferior representa un sistema inferior al del siguiente nivel superior. Los proyectos de ensamblaje, sistema y matriz son los tipos que se encuentran en el modelo NCTP.

Y finalmente la escala del cronograma determina cuánto tiempo está disponible para el proyecto y qué sucede si no se alcanza el objetivo de tiempo. Los autores del modelo establecieron tres tipos diferentes de urgencia: regular, competitividad rápida y proyectos críticos o blitz.

2.3.3 La complejidad de los proyectos de Investigación y Desarrollo

Gransberg *et al.* (2013), apoyados en la teoría de la complejidad, mencionan que el grado de complejidad de los proyectos en general es atribuible a las "interrelaciones y retroalimentación entre números crecientes de áreas de incertidumbre y ambigüedad". El nivel de complejidad de un proyecto puede alcanzar un punto donde exhibe propiedades emergentes que no podrían predecirse al observar las partes individuales o subproyectos, y mostrarán un comportamiento no lineal debido al número de elementos diferentes en el proyecto y su interconexión. En pocas palabras, la capacidad del director de proyecto para controlar todos los aspectos del proyecto disminuye a medida que la complejidad aumenta hasta un punto donde el director de proyecto no puede controlar el impacto de los factores externos.

Por otra parte, muchas organizaciones han llegado a entender que, para sobrevivir en un creciente mercado competitivo y globalizado, la adopción de innovaciones tecnológicas constituye un objetivo estratégico clave. Esto hace que los proyectos de IyD sean una fuente de estrategia y una mejora en el rendimiento para las organizaciones. Sin embargo, la implementación de la innovación tecnológica a través de proyectos de IyD no está exenta de desafíos. Estos proyectos por lo general están plagados de riesgos e incertidumbres en cada etapa (Luppino *et al.*, 2014).

Además, Álvarez (2006) menciona por su parte que la sobredimensión temporal y financiera y las deficiencias en la calidad, que caracterizan la realización de los proyectos de IyD, son, en buena medida, consecuencia de ciertas políticas, herramientas y estructuras aplicadas por las empresas para llevar a cabo estas actividades.

Las incertidumbres en un proyecto de IyD provienen de una amplia gama de fuentes que tienen el potencial de afectar negativamente el éxito del proyecto.

Presumiblemente, la gran cantidad de fuentes de estas incertidumbres implica una gran cantidad de riesgos y efectos adversos del proyecto. No gestionar los riesgos asociados con estas diversas fuentes de incertidumbre en los proyectos de I+D históricamente ha dado lugar a tasas de éxito muy bajas. Para mejorar las tasas de éxito de estos proyectos, los gerentes de proyecto deben aplicar métodos y técnicas específicos que les permitan identificar y gestionar estas incertidumbres de la manera más efectiva posible.

Nga Dao (2011) menciona estudios que establecen criterios que podrían aplicar para clasificar los proyectos e Investigación y Desarrollo a nivel industrial. Los criterios son: el grado de cambio en el producto y en el proceso de fabricación. Estos criterios serían útiles para determinar los recursos requeridos y constituirían una entrada para el proceso de asignación. Los proyectos que contienen un mayor cambio en general vinculan más recursos.

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Fuentes de información

3.1.1 Fuentes Primarias

Son aquellas que contienen información nueva u original, de primera mano. El término original no se refiere a la novedad, a que nadie haya tratado antes el tema, sino a que es el documento origen de la información, que en él se contiene toda la información necesaria, no remite ni necesita completarse con otra fuente (Lozanos, 2011). Para la elaboración del presente trabajo se citan las siguientes fuentes primarias: registros de casos de negocio y boletas de lanzamiento de nuevos productos de la empresa, y realización de entrevistas con los desarrolladores de producto, la Coordinadora de Investigación de la planta Coyoil, el Líder de Innovación de IyD y la Gerencia de Investigación y desarrollo.

3.1.2 Fuentes Secundarias

Las fuentes secundarias son aquellas que no tienen como objetivo principal ofrecer información sino indicar que fuente o documento la puede proporcionar. Los documentos secundarios remiten generalmente a documentos primarios (Lozanos, 2011). Las fuentes secundarias empleadas para la elaboración de este trabajo incluyen información presentada en libros, artículos de revista y páginas web de diversos autores (detallados en el cuadro 2) y que hacen referencia especialmente a sistemas y criterios de clasificación de proyectos para los tres primeros objetivos. Para el diseño del plan de implementación y la sesión de capacitación se consideraron las prácticas recomendadas por el PMI y el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) respectivamente.

El resumen de las fuentes de información que se utilizarán en este proyecto se presenta en el cuadro 2.

Cuadro 2. Fuentes de información utilizadas (Adaptado de Lozanos 2011).

Objetivos	Fuentes de información	
	Primarias	Secundarias
Llevar a cabo una revisión bibliográfica que permita establecer las bases para el desarrollo de la metodología de clasificación de los proyectos de Investigación y Desarrollo.	Registro de casos de negocio y solicitudes de lanzamiento de nuevos productos en la empresa Dos Pinos	Álvarez (2006) Kutchá y Skowron (2015) Nga Dao (2011) Saaty (2008)
Establecer los requerimientos para el diseño de la herramienta de acuerdo con las necesidades actuales del departamento de Investigación y desarrollo de la empresa.	Entrevistas con desarrolladores de producto Cuestionarios Web	Kutchá y Skowron (2015) Mosaic Projects (2013) Nguyen <i>et al.</i> (2015) Vidal <i>et al.</i> (2011)
Desarrollar una metodología de categorización de proyectos que contemple en sus entradas criterios predefinidos de manera que se pueda clasificar cada proyecto de acuerdo con dichos criterios.	Entrevista con Coordinadora de proyectos de IyD de planta Coyol y con el Líder de innovación de IyD	Archibald (2013) Gobierno de Canadá. (2015) Gransberg <i>et al.</i> (2013) Vargas (2012) Vidal <i>et al.</i> (2011)
Establecer un plan de implementación para guiar la puesta en funcionamiento de la metodología de categorización.	Entrevista con Gerente de Investigación y desarrollo	Gaw (2010) INA (2005) PMI (2013)

3.2 Métodos de Investigación

Ruiz (2006) indica que en el proceso de la investigación científica se utilizan diversos métodos y técnicas según la ciencia particular de que se trate y de acuerdo con las características concretas del objeto de estudio. Existen, sin embargo, métodos que pueden considerarse generales para todas las ramas de la ciencia en tanto que son procedimientos que se aplican en las distintas etapas del proceso de investigación con mayor o menor énfasis, según el momento en que éste se desarrolle. Estos métodos se describen a continuación brevemente.

3.2.1 Método Analítico

El Método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia. Este método permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías (Ruiz, 2006).

3.2.2 Método Sintético

El método sintético es un proceso de razonamiento que tiende a reconstruir un todo, a partir de los elementos distinguidos por el análisis; se trata en consecuencia de hacer una explosión metódica y breve, en resumen. En otras palabras, debemos decir que la síntesis es un procedimiento mental que tiene como meta la comprensión cabal de la esencia de lo que ya conocemos en todas sus partes y particularidades (Ruiz, 2006).

3.2.3 Inducción y deducción

De acuerdo con Ruiz (2006), la inducción se refiere al movimiento del pensamiento que va de los hechos particulares a afirmaciones de carácter general. Esto implica pasar de los resultados obtenidos de observaciones o experimentos (que se refieren siempre a un número limitado de casos) al planteamiento de hipótesis, leyes y teorías que abarcan no solamente los casos de los que se partió, sino a otros de la misma clase; es decir generaliza los resultados (pero esta generalización no es mecánica, se apoya en las formulaciones teóricas existentes en la ciencia respectiva) y al hacer esto hay una superación, un salto en el conocimiento al no quedarse en los hechos particulares sino que se busca su comprensión más profunda en síntesis racionales (hipótesis, leyes, teorías).

Este mismo autor señala que la deducción es el método que permite pasar de afirmaciones de carácter general a hechos particulares. Proviene de deductivo que significa descender. Este método fue ampliamente utilizado por Aristóteles en la silogística en donde a partir de ciertas premisas se derivan conclusiones: por ejemplo, todos los hombres son mortales, Sócrates es hombre, luego entonces, Sócrates es mortal. No obstante, el mismo Aristóteles atribuía gran importancia a la inducción en el proceso de conocimiento de los principios iniciales de la ciencia. Por tanto, es claro que se tiene que llegar a conocer las primeras premisas mediante la inducción; porque el método por el cual, hasta la percepción sensible implanta lo universal, es inductivo.

En el cuadro 3 se puede apreciar los métodos de investigación que se van a emplear para el desarrollo de los objetivos definidos para este proyecto.

Cuadro 3. Métodos de investigación utilizados (Adaptado de Ruiz, 2006).

Objetivos	Métodos de investigación		
	Analítico	Sintético	Inducción-Deducción
Llevar a cabo una revisión bibliográfica que permita establecer las bases para el desarrollo de la metodología de clasificación de los proyectos de Investigación y Desarrollo.	Deben determinarse las implicaciones específicas de la categorización de proyectos para la búsqueda de información	La información recopilada debe ser filtrada y sintetizada para su presentación	No aplica
Establecer los requerimientos para el diseño de la herramienta de acuerdo con las necesidades actuales del departamento de Investigación y desarrollo de la empresa.	Llevar a cabo entrevistas con el personal de la empresa para establecer posibles requerimientos de diseño	Resumir criterios similares encontrados tanto en la teoría como en la práctica	Deducir criterios específicos a partir de entrevistas con el personal de la empresa
Desarrollar una metodología de categorización de proyectos que contemple en sus entradas criterios predefinidos de manera que se pueda clasificar cada proyecto de acuerdo con dichos criterios.	Determinar estructura general de la metodología de categorización	Diseñar la metodología según lineamientos encontrados en la literatura y requerimientos prácticos	Deducir tipos de escalas y gráficas para presentación de resultados

Objetivos	Métodos de investigación		
	Analítico	Sintético	Inducción-Deducción
Desarrollar un plan de implementación para guiar la puesta en funcionamiento de la metodología de categorización.	Determinar necesidades específicas para el diseño y ejecución del plan	Resumir requerimientos determinados para la implementación de la metodología	Establecer un cronograma para la implementación

3.3 Herramientas.

Según la guía PMBOK del PMI (2013) es posible definir una herramienta como “algo tangible, una plantilla o un programa de software, utilizado al realizar una actividad para producir un producto o resultado”. Esta guía del PMI sugiere muchas herramientas para la gestión y ejecución de proyectos en general. Para el desarrollo del presente trabajo se hará uso de algunas de estas herramientas en función de los objetivos de estudio. En el cuadro 4 se definen las herramientas a utilizar para cada objetivo propuesto.

Cuadro 4. Herramientas utilizadas (Adaptado de PMI, 2013).

Objetivos	Herramientas
Llevar a cabo una revisión bibliográfica que permita establecer las bases para el desarrollo de la metodología de clasificación de los proyectos de Investigación y Desarrollo.	Juicio experto, análisis de requisitos, análisis de documentos.
Establecer los requerimientos para el diseño de la herramienta de acuerdo con las necesidades actuales del departamento de Investigación y desarrollo de la empresa.	Entrevistas y cuestionarios, juicio experto, análisis de documentos, mapas conceptuales, diagramas de afinidad, observación.
Desarrollar una metodología de categorización de proyectos que contemple en sus entradas criterios predefinidos de manera que se pueda clasificar cada proyecto de acuerdo con dichos criterios.	Desglose de producto, análisis de requisitos, análisis de decisiones con múltiples criterios, mapas conceptuales, análisis de documentos.
Establecer un plan de implementación para guiar la puesta en funcionamiento de la metodología de categorización.	Análisis de requisitos, técnicas de descomposición, juicio experto, técnicas de estimación, análisis de la red de cronograma

3.4 Supuestos y Restricciones.

El PMI (2013) define los supuestos como un conjunto de hipótesis o escenarios sobre los cuales se conciben o desarrollan los proyectos. A su vez, para este mismo organismo, las restricciones son cualquier factor limitante que afecte la ejecución de un proceso, proyecto, programa o portafolio. Generalmente, estas restricciones están asociadas al alcance, costo o cronograma de los proyectos.

Un resumen de los supuestos y restricciones para el proyecto de desarrollo de metodología de categorización se presenta en el cuadro 5 en función de cada objetivo propuesto.

Cuadro 5. Supuestos y restricciones para la realización del proyecto (Fuente: elaboración propia).

Objetivos	Supuestos	Restricciones
Llevar a cabo una revisión bibliográfica que permita establecer las bases para el desarrollo de la metodología de clasificación de los proyectos de Investigación y Desarrollo.	La información necesaria es de carácter accesible y proviene de fuentes confiables	No hay presupuesto para acceder a recursos privados
Establecer los requerimientos para el diseño de la herramienta de acuerdo con las necesidades actuales del departamento de Investigación y desarrollo de la empresa.	La información necesaria es de fácil acceso y de fuentes confiables Se pueden realizar entrevistas y grupos focales con los involucrados	Se contará con tres semanas para definir los requerimientos. El tiempo para entrevistas con el personal del departamento será limitado
Desarrollar una metodología de	Los criterios necesarios	Las herramientas y

Objetivos	Supuestos	Restricciones
categorización de proyectos que contemple en sus entradas criterios predefinidos de manera que se pueda clasificar cada proyecto de acuerdo con dichos criterios.	pueden ser generados desde el departamento de Investigación y desarrollo. Se cuenta con el apoyo de la Gerencia de Investigación y desarrollo para crear la metodología	software que se incluirán en la metodología deben ser accesibles para el personal del departamento
Establecer un plan de implementación para guiar la puesta en funcionamiento de la metodología de categorización.	Se cuenta con el apoyo de la Gerencia de Investigación y desarrollo para poner en marcha el plan en el departamento.	Se espera que la metodología se implemente en un máximo de 45 días naturales.

3.5 Entregables.

Un entregable es cualquier producto, resultado o capacidad de prestar un servicio único y verificable que debe producirse para terminar un proceso, una fase o un proyecto (PMI, 2013).

El cuadro 6 muestra los entregables del proyecto final de graduación en función de cada objetivo específico, los cuales constituyen una propuesta que se presentará a la Gerencia de Investigación y Desarrollo de la Cooperativa Dos Pinos.

Cuadro 6. Entregables del Proyecto final de graduación (fuente: elaboración propia).

Objetivos	Entregables
Llevar a cabo una revisión bibliográfica que permita establecer las bases para el desarrollo de la metodología de clasificación de los proyectos de Investigación y Desarrollo.	Documento sobre revisión bibliográfica; donde se dará énfasis a temas relacionados con categorización de proyectos, incluyendo posibles criterios, categorías y herramientas.
Establecer los requerimientos para el diseño de la herramienta de acuerdo con las necesidades actuales del departamento de Investigación y desarrollo de la empresa.	Registro de necesidades del departamento de IyD para la clasificación de sus proyectos; que será la base para la obtención de criterios y la creación de la metodología de categorización.
Desarrollar una metodología de categorización de proyectos que contemple en sus entradas criterios predefinidos de manera que se pueda clasificar cada proyecto de acuerdo con dichos criterios.	Metodología de clasificación de proyectos; que incluirá entradas y herramientas como plantillas que permitirán catalogar cada propuesta de proyecto en una categoría predefinida.
Establecer un plan de implementación para guiar la puesta en funcionamiento de la metodología de categorización.	Plan de implementación de la metodología en la empresa; que incluirá una descripción de las actividades por realizar y el cronograma respectivo con los recursos necesarios.

4 DESARROLLO

4.1. Bases para la construcción de una metodología de clasificación de proyectos de Investigación

A continuación se detalla un resumen de los resultados de la revisión bibliográfica llevada a cabo con el fin de establecer una base para el desarrollo de la metodología de categorización de proyectos de Investigación y desarrollo en la Cooperativa Dos Pinos. A partir de la revisión de diferentes fuentes se determinó la existencia de varias propuestas de herramientas, categorías y criterios que podrían emplearse en el diseño de una metodología luego del análisis correspondiente en la sección 4.2.

4.1.1 Categorías para la clasificación de proyectos de IyD

Los proyectos se pueden categorizar o agrupar según el tipo o el significado del proyecto, su complejidad técnica o de alguna forma que se adapte a las tareas y al carácter específico de la organización ejecutante. El fin primordial de establecer cualquier forma de clasificación es agrupar entradas que presentan características similares.

Un sistema de categorización debería proporcionar información útil sobre las diferencias entre proyectos en una categoría y proyectos en cualquier otra categoría, y sean fácilmente traducibles y comprensibles en toda la organización. De acuerdo con Mosaic Projects (2013) este sistema debe proporcionar una categoría apropiada para cualquier proyecto que la organización pueda encontrar considerando un rango de cinco o seis criterios básicos.

Por ejemplo, la Agencia de Servicio para la Agricultura del USDA (s.f.) sugiere el empleo de una matriz de evaluación muy simple para medir la complejidad general de un proyecto potencial. Las calificaciones se usan para determinar un

puntaje de complejidad y clasificar proyectos en 1 de 3 categorías: alto, moderado y bajo. El nivel de complejidad del proyecto determinará la cantidad de planificación y documentación de gestión del proyecto que el gerente del proyecto debe proporcionar.

De una forma más detallada Vidal *et al.* (2011) crearon una metodología a partir del PAJ que permite determinar la complejidad general de un proyecto de Investigación en una escala que va de 0 a 1. Este índice permite en última instancia clasificar los proyectos de acuerdo con su complejidad global, sin importar las fuentes principales de la complejidad de cada proyecto. Por ejemplo, pueden definirse categorías de la siguiente forma:

Cuadro 7. Ejemplo de categorización de proyectos según índice de complejidad global (elaboración propia).

Tipo de Proyecto	Índice de Complejidad	Complejidad
A	1.00-0.70	Alta
B	0.69 – 0.4	Media
C	0.39 – 0.0	Baja

Una ventaja de una taxonomía como la presentada en el cuadro 7 es que incluye pocas categorías, lo cual es deseable según diversos autores (Archibald, 2013; Nga Dao, 2011). Además, al tratarse de un sistema de jerarquización esta metodología también permitiría enfocarse en aspectos específicos (subescalas o subíndices) que contribuyen a la complejidad general, como la incertidumbre tecnológica o la urgencia del proyecto.

Se pueden encontrar ejemplos más específicos de categorías para clasificar proyectos en el modelo NTCP expuesto por Nga Dao (2011) y desarrollado por Shenar y Dvir en 2004. Los autores establecen cuatro categorías distintas para

clasificar proyectos según el criterio incertidumbre tecnológica. Estas categorías son:

- 1) Baja tecnología: tecnologías existentes y bien establecidas.
- 2) Tecnología media: principalmente tecnologías existentes o de base combinadas con nuevas características.
- 3) Alta tecnología: tecnología nueva pero existente.
- 4) Súper-tecnología: tecnología inexistente, objetivos del proyecto bien definidos.

Además, los autores de este modelo también establecen un sistema de categorización para los otros tres criterios que componen el modelo: novedad, cronograma y complejidad. De especial interés son las categorías que se proponen dentro del criterio “urgencia” o cronograma, a saber:

- Regular: el tiempo no es crítico para el éxito.
- Competitividad rápida: impulsada por el tiempo a medida que se inician para aprovechar las oportunidades del mercado y las ventajas estratégicas.
- Proyectos críticos o blitz: el tiempo es un factor clave para el éxito; los proyectos son el resultado de eventos emergentes que tienen el potencial de disuadir a la organización.

Otra forma interesante en que se podrían clasificar los proyectos de IyD es con base a la complejidad técnica que implican a nivel de productos y procesos. Por ejemplo, Nga Dao (2011) menciona un estudio en donde la clasificación de los proyectos se compone de cinco posibles categorías derivadas de la complejidad técnica producto-proceso, según se detallan a continuación:

- Proyectos derivados: una versión modificada de un producto existente. El grado de innovación en producto, proceso o material es menor o incremental. Hay poca participación de la administración y el uso de recursos es bajo.

- Proyectos de plataforma: el trabajo de desarrollo se enfoca en la reducción de costos, la calidad y la mejora del desempeño que involucra tecnologías o materiales familiares. Conllevan un mayor grado de cambio que los proyectos derivados y requieren un amplio trabajo inicial antes del inicio del proyecto. Una red de especialistas de varios departamentos como marketing, fabricación, ingeniería y la gerencia superior necesita establecerse para este tipo de proyectos.
- Proyectos innovadores: referentes a productos que revolucionan el mercado y crean una categoría de producto completamente nueva que ofrece una innovación radical. Estos productos incorporan tecnologías o materiales desconocidos y los procesos de fabricación deben reinventarse.
- Proyectos de Investigación: las inversiones y actividades de investigación y desarrollo en su versión más depurada implican altos riesgos y compiten por recursos con proyectos comerciales.
- Alianzas y asociaciones: pueden tomar la forma de cualquier tipo de proyecto comercial o de investigación.

4.1.2 Criterios para la clasificación de proyectos según complejidad.

Vidal *et al.* (2011) identificaron factores de complejidad para la realización de proyectos utilizando un enfoque de pensamiento sistemático. En su investigación establecieron un gran número de factores de complejidad (70) para los proyectos recolectados de diferentes fuentes. No obstante, estos mismos autores estipulan que los criterios a utilizar en una metodología de categorización según complejidad no deben ser muchos para que el sistema sea práctico.

Además, estos criterios no deben ser redundantes y deben permitir que la metodología discrimine entre las alternativas, apoye la comparación de rendimiento, pueda incluir proyectos con diferentes clases de objetivos, y que sea operativa y significativa.

De forma similar, Nguyen *et al.* (2015) desarrollaron un modelo de medición de complejidad para proyectos de transporte tomando como punto de partida el establecimiento de factores de complejidad extraídos de la literatura. Su lista inicial contaba con un total de 36 criterios aprobados por un panel de expertos en la materia, e incluye entre otros: condiciones del mercado, número de legislaciones aplicables, ambigüedad en el alcance, riesgos organizacionales y tipo y variedad de las tecnologías a emplear.

Otros autores (Mosaic Projects, 2013) declaran que la metodología sistema de categorización y priorización de proyectos debe considerar un rango de cinco o seis criterios básicos extraídos de:

- Alineación con diferentes aspectos de la estrategia de la organización
- La "importancia" y / o "urgencia" del proyecto
- Ubicación geográfica
- La forma de contrato o relación con clientes, proveedores y contratistas
- Fuentes de financiamiento y / o tipos de propiedad
- Distinguir entre proyectos normales, complejos y megaproyectos
- El grado de dificultad

A su vez, para estos autores hay cuatro dimensiones básicas que afectan la dificultad de administrar cada proyecto:

- Su tamaño inherente, generalmente se mide en términos de valor
- El grado de dificultad técnica para crear el producto (complicación) causado por las características del trabajo del proyecto y sus entregables, o el marco temporal en el que se requieren los entregables
- El grado de incertidumbre involucrado en el proyecto
- La complejidad de las relaciones tanto dentro del equipo del proyecto como en torno al proyecto

Por su parte, Nga Dao (2011) menciona estudios que establecen criterios para clasificar los proyectos e Investigación y Desarrollo a nivel industrial. Estos criterios son: el grado de cambio en el producto y en el proceso de fabricación, y serían útiles para determinar los recursos requeridos y constituirían una entrada para el proceso de asignación. Los proyectos que contienen un mayor cambio en general vincularían más recursos y podría considerarse que conllevan una mayor dificultad.

Gransberg *et al.* (2013) desarrolló un sistema de mapeo de complejidad para proyectos de transporte basado en cinco dimensiones (criterios) que son: complejidad técnica, cronograma, costo, valor financiero y contexto.

Finalmente, la Agencia de Servicio para la Agricultura del USDA (s.f.) ha definido una serie de criterios para ser usados en una herramienta de medición de complejidad para proyectos. El cuadro 8 presenta el listado de estos criterios junto a los temas que el usuario de la herramienta debe considerar para realizar la evaluación.

Cuadro 8. Criterios de complejidad para la matriz de complejidad de la Agencia de Servicio para la Agricultura (fuente: USDA, s.f.).

Criterio	Temas por considerar
Patrocinador	Patrocinador Gerente con intereses creados en el resultado del proyecto. Si el proyecto es parte de un esfuerzo mayor (programa), entonces el patrocinador del proyecto puede ser el administrador del programa real para todo el esfuerzo. Cuantos menos patrocinadores, más simple es la comunicación. Si no hay patrocinador, no hay una dirección clara. Demasiados patrocinadores podrían resultar en objetivos conflictivos y desafíos de comunicación.
Objetivos de proyecto	¿Los objetivos del proyecto están claramente definidos? ¿Se recibieron definiciones claras de los entregables?
Mandatos	¿Cuáles mandatos, si los hay, impactan la ejecución del Proyecto?
Procesos de trabajo interno	Procesos de trabajo interno ¿Qué tan bien establecidos y documentados están los procesos y estándares de trabajo que el proyecto utilizará? ¿Existen procesos para comunicarse con las partes interesadas, recibir aprobación y retroalimentación?
Requerimientos técnicos	¿Los requisitos técnicos del proyecto son familiares para el grupo? En el pasado, ¿el grupo desarrolló o entregó requisitos similares?
Ubicación del equipo	¿Cuál es la ubicación general del equipo? ¿Los miembros del equipo están ubicados en el mismo edificio, división u organización?
Impacto para el usuario final	¿Cuál es el impacto para el usuario final? ¿La falla del proyecto causará una interrupción importante o una situación crítica?

Criterio	Temas por considerar
Fecha de entrega	¿Se ha establecido un plazo firme para entregar el proyecto? ¿La fecha límite permitirá completar el proyecto a tiempo o es demasiado restrictivo?
Estimación de esfuerzo inicial (+/- 75%)	Según el cálculo inicial, ¿cuántas "horas de trabajo" se necesitarán para completar el proyecto? Las estimaciones en las primeras etapas normalmente caen en el rango de +/- 75%, pero pueden ser más precisas si se dispone de datos adicionales y experiencia en la materia.
Estimación inicial del costo del proyecto (+/- 75%)	Con base en la estimación inicial, ¿cuánto costará completar el proyecto? Las estimaciones en las primeras etapas normalmente caen en el rango de +/- 75%, pero pueden ser más precisas si se dispone de datos adicionales y experiencia en la materia.
Experiencia del equipo	¿Cuál es la base de conocimientos del equipo, incluido el director del proyecto? ¿El equipo tiene experiencia en la entrega de trabajos similares? ¿El conjunto de habilidades funcionales de los miembros del equipo es apropiado para el proyecto? ¿Están todas las habilidades representadas?
Tamaño del equipo de proyecto	¿Qué tan grande es el equipo del proyecto? Estime la cantidad de personas necesarias para trabajar en este proyecto.
Disponibilidad del equipo	¿Están disponibles los miembros del equipo? ¿Hay prioridades conflictivas?
Involucramiento de los interesados	Fuera del equipo del proyecto, ¿cuántas personas necesitan mantenerse al día sobre el progreso del proyecto? ¿Cuán complejas serán las necesidades de comunicación?

Criterio	Temas a considerar
Dependencias externas	¿El éxito del proyecto depende del patrocinador comercial, u otros grupos externos?

4.1.3 Algunas herramientas y métodos para la clasificación de proyectos

A través de los años se han propuesto numerosas formas para tratar de agrupar los proyectos que se ejecutan en entornos multi-proyecto, persiguiendo así diferentes beneficios que en buena teoría se consiguen al administrar proyectos similares con técnicas y métodos seleccionados específicamente para cada categoría.

No obstante, diversos autores (Archibald, 2013; Vidal *et al.*, 2011) mencionan que a pesar de muchos de los esfuerzos que se han realizado en diferentes organizaciones y del conocimiento de la necesidad real de un sistema adecuado de clasificación más global, los modelos propuestos pueden ser cuestionables en cuanto a la fiabilidad de la evaluación, su fácil entendimiento y la aplicabilidad de los métodos en la práctica (Nguyen *et al.*, 2015).

Vidal *et al.* (2011) estipula que hay básicamente tres tipos de medida de complejidad para proyectos que se pueden encontrar en la literatura. El primer grupo reúne medidas que corresponden a la complejidad computacional de algunos problemas de gestión de proyectos, como el problema de secuenciación y programación. El segundo grupo reúne medidas que están relacionadas con un modelo de la estructura del proyecto como gráfico (gráfico de tareas, gráfico de organización, etc.).

Un posible ejemplo de este tipo de mediciones es el mapeo dimensional de la complejidad en un gráfico. Gransberg *et al.* (2013) trabajaron en la creación de un método de medición de complejidad para proyectos de transporte que produce

una "huella gráfica". Esta huella es un gráfico multidimensional que ayuda al gerente de proyectos a identificar las fuentes de complejidad para que los recursos apropiados puedan asignarse y abordar factores críticos antes de que creen una crisis. La figura 6 muestra la huella de complejidad que obtuvieron los autores del diseño para dos proyectos distintos de transporte público.

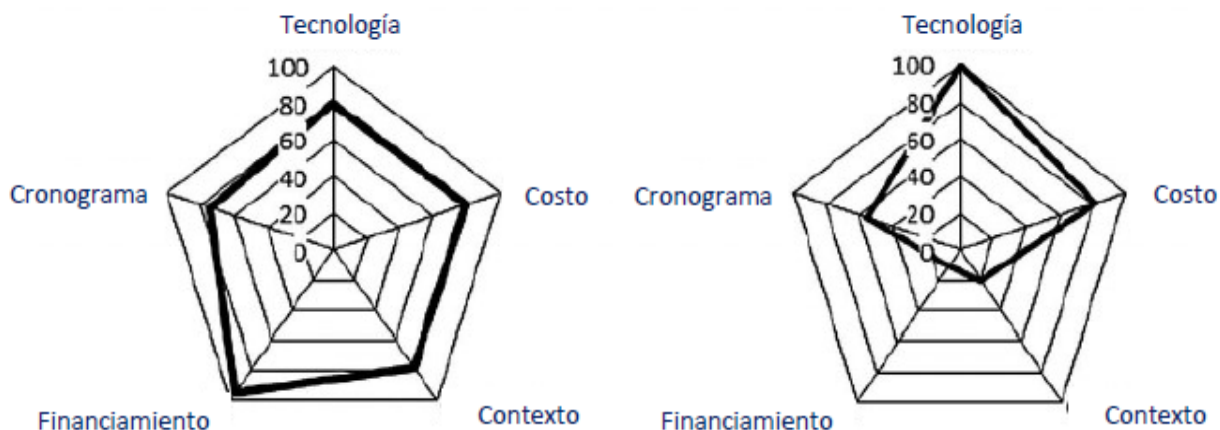


Figura 6. Ejemplos de mapeo de complejidad en 5 dimensiones para dos proyectos de transporte distintos (Fuente: Gransberg *et al.*, 2013)

El ya citado modelo NCTP también produce una "huella gráfica" que permite tener un rápido entendimiento de las principales fuentes de complejidad para los proyectos. En el caso de esta herramienta descrita por Nga Dao (2011) el mapeo se realiza en 4 dimensiones como se muestra en la figura 7.

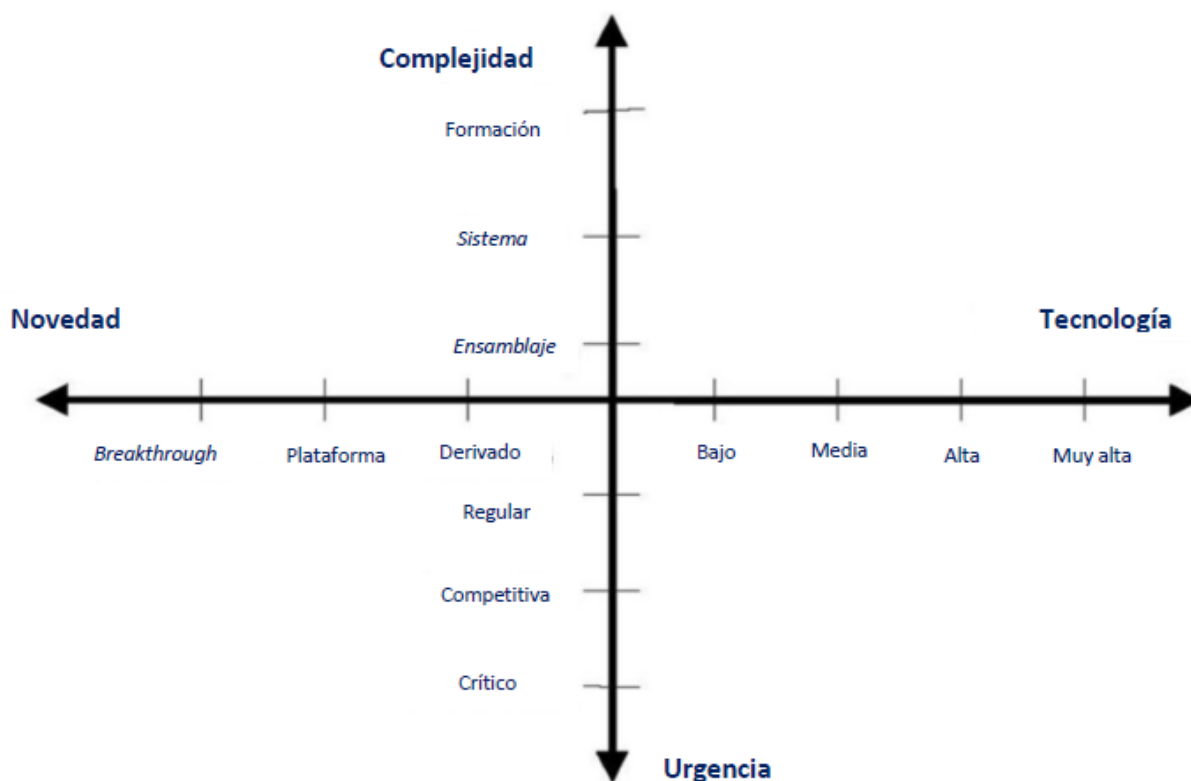


Figura 7. Representación gráfica de las 4 dimensiones de complejidad del modelo NCTP (Fuente: Nga Dao, 2011).

Según Vidal *et al.* (2011) un tercer grupo de herramientas para medir complejidad lo conforman metodologías más holísticas orientadas al pensamiento sistemático o medidas informativas. Tal es el caso del empleo del método de jerarquización PAJ, desarrollado por el profesor Thomas L. Saaty en los setenta, como base para la determinación de una estructura multicriterio, que de acuerdo con Nguyen *et al.* (2015) “es el método más adecuado para determinar la complejidad de un proyecto”. Daud *et al.* (S.F.) respalda que este método es superior para toma de decisiones de múltiple-criterio.

En su conjunto, para superar los límites de otras medidas existentes, este método trata de definir un índice orientado al pensamiento sistemático, lo que le permite ser:

- Confiable, lo que significa que el usuario puede confiar en la medida.
- Intuitivo y fácil de usar, lo que significa que debe ser fácilmente calculado e implementado, y que los usuarios deben entender por qué evalúa la complejidad del proyecto.
- Capaz de resaltar las fuentes de complejidad del proyecto al construir la medida, de modo que el usuario puede analizar más adecuadamente la complejidad del proyecto y así tomar sus decisiones con una mejor visión de los problemas.

Es posible encontrar esfuerzos individuales y más simples llevados a cabo por organizaciones específicas para determinar la complejidad de sus proyectos. Muchas veces, a partir de criterios específicos, se construyen matrices que funcionan como herramientas de evaluación. Un ejemplo de esto es la matriz de complejidad desarrollada por la Agencia de Servicio para la Agricultura del USDA.

Un puntaje de complejidad de proyecto promedio ponderado se calcula automáticamente una vez que la matriz se completa en un formulario interactivo. Se recomienda que el gerente del proyecto programe una reunión de partes interesadas para pedir a cada participante que califique individualmente cada criterio, y luego el grupo discutirá los puntajes que son demasiado diferentes y acordarán una calificación final y, por lo tanto, un puntaje final del proyecto (USDA, s.f.).

Una matriz similar a la anterior es la expuesta por Pacheco (2014) basada en el factor Crawford-Ishikura para la evaluación de funciones, y cuyo enfoque, con algunas modificaciones personales, es el presentado por la organización *GAPPS* (Global Alliance for Project Performance Standards). La matriz creada y presentada en la figura 8 está orientada a la medición de la complejidad para la administración de proyectos en general considerando como base siete criterios, siendo el resultado final un índice numérico.

Factor de Complejidad en Dirección de Proyectos	Descriptor y Puntos			
	Muy alto (1)	Alto (2)	Moderado (3)	Bajo o muy bajo (4)
1. La estabilidad del contexto general del proyecto				
2. El número de disciplinas, métodos, o enfoques que participan en la ejecución del proyecto				
3. La magnitud de las implicaciones jurídicas, sociales o ambientales de la realización del proyecto				
4. Impacto financiero esperado (positivo o negativo) sobre las partes interesadas del proyecto.				
5. Importancia estratégica del proyecto para la organización u organizaciones involucradas				
6. Cohesión de las partes interesadas sobre las características del producto del proyecto				
7. Número y variedad de interfaces entre el proyecto y otras entidades organizativas				

Figura 8. Matriz de evaluación de complejidad para la administración de proyectos (Fuente: Pacheco, 2014)

Cada factor es calificado en una escala con cuatro niveles (de 1 a 4), en base a una puntuación de igual peso en importancia. Los factores son puntuados

individualmente en la escala de puntos cualitativa y luego se suman las diferentes puntuaciones de cada uno de ellos.

El total es usado para generar un índice que evalúa la complejidad de la dirección del proyecto. La matriz define una serie de rangos de calificación de la complejidad del proyecto:

- Complejidad Baja: 11 puntos o menos
- Complejidad Media: 18 puntos o menos
- Complejidad Alta: 28 puntos o menos

4.2. Definición de requisitos, criterios y sub-criterios para la clasificación de los proyectos de IyD en la Cooperativa Dos Pinos

4.2.1 Documentación de requisitos

El cuadro 9 presenta un resumen de los requerimientos para el desarrollo de la metodología de categorización. Estos requerimientos fueron extraídos de entrevistas realizadas con el Patrocinador del proyecto (Gerente de Investigación y Desarrollo) y los usuarios finales de la metodología que se va a diseñar.

Cuadro 9. Documentación de requerimientos para el diseño de una metodología de clasificación de proyectos de IyD (elaboración propia).

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO		
Nombre del proyecto: Metodología de clasificación de proyectos de IyD		
Área de aplicación: Industria	Solicitante: Departamento de IyD Cooperativa Dos Pinos	
Director del Proyecto: Esteban Boza Méndez	Patrocinador: Danna Bolaños Chaverri	
ENFOQUE DEL PROYECTO		
Descripción del proyecto: El producto final consiste en la creación de una metodología de categorización para los proyectos de Investigación y Desarrollo, que contemple los requerimientos del departamento e incluya la definición de criterios pertinentes. Además, se propondrá un plan de implementación para el uso de esta nueva metodología.		
Problema por resolver: Actualmente el departamento de Investigación y desarrollo cuenta con la necesidad real de establecer una categorización de los proyectos que le son asignados de manera que la Gerencia pueda establecer prioridades y nivelar las cargas de trabajo entre sus colaboradores.		
Objetivo del Proyecto: Diseñar una metodología para la categorización de los proyectos de Investigación y Desarrollo en una empresa procesadora de lácteos y bebidas, con el fin de obtener criterios objetivos para la asignación de los recursos y más eficacia en el establecimiento de planes de proyecto.		
Objetivos específicos:		
1. Llevar a cabo una revisión bibliográfica que permita establecer las bases para el desarrollo de la metodología de clasificación de los proyectos de Investigación y Desarrollo.		
2. Establecer los requerimientos para el diseño de la herramienta de acuerdo con las necesidades actuales del departamento de Investigación y desarrollo de la empresa.		
3. Desarrollar una metodología de categorización de proyectos que contemple en sus entradas criterios predefinidos de manera que se pueda clasificar cada proyecto de acuerdo con dichos criterios.		
4. Establecer un plan de implementación para guiar la puesta en funcionamiento de la metodología de categorización.		
Requisitos		
Grupo de Interés	Prioridad	Requisitos
Gerente IyD (Patrocinador)	Muy alta	<ul style="list-style-type: none"> - La metodología debe ser práctica y ágil - Debe ser una herramienta para tomar decisiones - Ideal que sea un software - Las salidas deben incluir: tipo de proyecto y grado de complejidad - Debe tomar en cuenta no solo criterios técnicos sino también administrativos que impacten al departamento - Debe incluir una sugerencia de horas de trabajo de acuerdo con el grado de complejidad

Grupo de Interés	Prioridad	Requisitos
Investigadores de producto	Alta	<ul style="list-style-type: none"> - La metodología tiene que permitir efectivamente diferenciar entre los diferentes proyectos - Debe ser accesible las 24 horas del día los siete días de la semana - Ideal poder obtener resultados en un plazo de 30 minutos máximo. - Herramientas y presentación de resultados deben ser amigables e incluir ayudas visuales en la medida de lo posible
Líder de innovación	Alta	<ul style="list-style-type: none"> - La metodología debe ser sencilla de emplear y no incluir demasiados criterios para la categorización - Debería permitir clasificar diferentes tipos de proyectos - Ideal que sea compatible con los procesos y herramientas de innovación que ya maneja la Dirección.
Director del proyecto	Media	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de implementación debe incluir al menos una sesión o taller de capacitación con los usuarios

A partir de los requisitos presentados en el cuadro 9 y la EDT del proyecto (anexo 2) se construye una matriz de trazabilidad de requisitos. Esta matriz se presenta en figura 9.

De acuerdo con el PMI (2013), la matriz de trazabilidad de requisitos es un cuadro que vincula los requisitos del producto desde su origen hasta los entregables que los satisfacen. La implementación de una matriz de trazabilidad de requisitos ayuda a asegurar que cada requisito agrega valor al negocio, al vincularlo con los objetivos del negocio y del proyecto. Por último, proporciona una estructura para gestionar los cambios relacionados con el alcance del producto.

Matriz de trazabilidad de requisitos							
Proyecto	Desarrollo de metodología de categorización de proyectos de IyD						
Descripción	Creación de una metodología de categorización para los proyectos de Investigación y Desarrollo, que contemple los requerimientos del departamento e incluya la definición de criterios pertinentes. Además se propondrá un plan de implementación para el uso de esta nueva						
Código	Descripción de Requisito	Objetivos del Proyecto	Entrada EDT	Propietario	Prioridad	Diseño del producto	Criterio de aceptación
1	Incluir criterios administrativos y técnicos que impacten al departamento	Establecer los requerimientos para el diseño de la herramienta de acuerdo a las necesidades actuales del departamento	1.2.2	Gerente IyD	Muy alta	Revisión bibliográfica y encuestas con investigadores de producto	Selección de criterios aprobada por Gerencia de Investigación
2	Incluir sugerencia de horas de trabajo de acuerdo al grado de complejidad	Desarrollar una metodología de categorización de proyectos	1.2.3	Gerente IyD	Muy alta	Diseño de metodología	PFG aprobado y presentación a Gerencia de Investigación
3	Los resultados deben incluir tipo de proyecto y grado de complejidad	Desarrollar una metodología de categorización de proyectos	1.2.3	Gerente IyD	Muy alta	Diseño de metodología	PFG aprobado y presentación a Gerencia de Investigación
4	La metodología debe ser práctica y ágil	Desarrollar una metodología de categorización de proyectos	1.2.3	Gerente IyD	Muy alta	Diseño de metodología	Reporte de pruebas de producto antes de implementación (tiempo de aplicación no mayor a
5	La metodología tiene que permitir efectivamente diferenciar entre los diferentes proyectos	Establecer los requerimientos para el diseño de la herramienta de acuerdo a las necesidades actuales del departamento de Investigación y desarrollo de la empresa.	1.2.2	Investigadores de producto	Alta	Diseño de metodología	Reporte de pruebas de producto antes de implementación
6	Herramientas deben ser accesibles las 24 horas del día los siete días de la semana	Desarrollar una metodología de categorización de proyectos	1.2.3	Investigadores de producto	Alta	Ubicación en la red de la empresa	Reporte de pruebas de producto antes de implementación
7	Herramientas y presentación de resultados deben ser amigables e incluir ayudas visuales	Desarrollar una metodología de categorización de proyectos	1.2.3	Investigadores de producto	Alta	Diseño de metodología	PFG aprobado y presentación a Gerencia de Investigación
8	Metodología no debe incluir demasiados criterios para la categorización	Establecer los requerimientos para el diseño de la herramienta de acuerdo a las necesidades actuales del departamento de Investigación y desarrollo de la empresa.	1.2.2	Líder de innovación	Alta	Revisión bibliográfica y encuestas con investigadores de producto	Selección de criterios aprobada por Gerencia de Investigación
9	La metodología debería permitir clasificar diferentes tipos de proyectos	Desarrollar una metodología de categorización de proyectos	1.2.3	Líder de innovación	Alta	Diseño de metodología	Reporte de pruebas de producto antes de implementación
10	Plan de implementación debe incluir al menos una sesión o taller de capacitación con los usuarios	Establecer un plan de implementación para guiar la puesta en funcionamiento de la metodología de categorización.	1.2.4	Director de proyecto	Media	EDT plan de implementación	Hoja de asistencia a capacitación firmada por usuarios

Figura 9. Matriz de trazabilidad de requisitos para el diseño de una metodología de clasificación de proyectos de IyD (elaboración propia).

4.2.2 Establecimiento de criterios y sub-criterios de complejidad para los proyectos del departamento.

Para establecer los criterios de complejidad que serán la base de la metodología de categorización de proyectos se optó por consultar el juicio experto de los futuros usuarios de la metodología, un grupo de profesionales que ya administran los proyectos de investigación y desarrollo del departamento.

Se optó por emplear el método Delphi, ya que esta técnica de consulta permite la estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de, como un todo, tratar un problema complejo (Astigarraga, s.f.).

La encuesta se llevó a cabo de manera anónima mediante cuestionarios web establecidos al efecto, esto permitió evitar los efectos de "líderes", respetando además el número mínimo de expertos (siete) para este método sugerido por diversos autores (Astigarraga, s.f.).

Se utilizaron como referencia los trabajos de Vidal *et al.* (2011) y Nguyen *et al.* (2015) para sugerir dentro del cuestionario una serie de criterios (contexto, factores organizacionales y complejidad técnica) y sub-criterios que de acuerdo con los trabajos de estos autores impactan la complejidad de gestionar los proyectos. El cuestionario inicial suministrado a los expertos se muestra en el anexo 4.

Una segunda ronda o segundo cuestionario fue necesario para disminuir el espacio Inter cuartil, esto es cuanto se desvía la opinión del experto de la opinión del conjunto, precisando la media, de las respuestas obtenidas. Además, se incluyeron sub-criterios adicionales para su evaluación sugeridos por algunos jueces en su respuesta al primer cuestionario.

El cuadro 10 muestra los criterios y sub-criterios evaluados por los expertos ordenados según su importancia media (en escala de 1 a 5) para el grado de complejidad de los proyectos de IyD.

Cuadro 10. Ranking de los criterios y sub-criterios de complejidad para los proyectos de IyD (elaboración propia).

Criterio	Media	Ranking	Sub-criterio	Media	Ranking
Complejidad Técnica	4.86	1	Incertidumbre tecnológica (variedad y tipo de tecnologías a emplear)	4.71	1
			Grado de innovación en producto o proceso	4.57	2
			Riesgos técnicos	4.33	3
			Experiencia previa del equipo	4.14	4
			Necesidad de entrenamiento de personal	4.14	5
			Requerimientos técnicos familiares	4.00	6
			Disponibilidad comercial de nuevos materiales aprobados para uso en planta	4.00	7
			Número y tamaño de pruebas de escalamiento necesarias	3.86	8
Factores organizacionales	4.00	2	Fecha de entrega o "Urgencia"	4.71	1
			Ambigüedad en la definición del alcance del proyecto	4.29	2
			Disponibilidad de recursos humanos y material	4.29	3
			Presupuesto disponible para el proyecto	4.14	4
			Número de tareas y/o productos dentro del proyecto	4.14	5
			Involucramiento de interesados (necesidades de comunicación)	4.00	6
			Tamaño del proyecto (en términos de valor)	3.86	7
			Tamaño del equipo del proyecto	3.29	8
Contexto	3.86	3	Alineación con aspectos de la estrategia organizacional	4.29	1
			Condiciones de mercado (ej precios, cantidad y variedad de competencia)	4.14	2

Criterio	Media	Ranking	Sub-criterio	Media	Ranking
Contexto	3.86	3	Regulaciones aplicables al producto del proyecto	3.86	3
Contexto	3.86	3	Aprobación de nuevos claims o características funcionales nuevas	3.57	4
			Dependencias externas a la organización	3.50	5
			Complejidad de las relaciones tanto dentro del equipo como en el entorno	3.43	6
			Ubicación de los miembros del equipo	3.25	7
			Ubicación geográfica	3.00	8

Se puede observar que dentro de los criterios o factores macro sugeridos por Nguyen *et al.* (2015), la complejidad técnica es la que tiene una relevancia mayor para los jueces consultados, seguidamente los factores organizacionales y el contexto que parecen tener una importancia similar. Para los expertos estos tres factores son relevantes y contribuyen en cierta medida al grado de complejidad de los proyectos que administran.

No obstante, es importante hacer notar que esto difiere de lo expuesto por Nguyen *et al.* (2015), quienes señalan que en general son los factores organizacionales los que determinan en mayor grado que tan complejo puede ser ejecutar un proyecto. Esta diferencia puede deberse a la naturaleza mayoritariamente técnica del quehacer diario de los expertos consultados.

4.3. Diseño de una metodología para la clasificación de proyectos según su complejidad

De acuerdo con los requisitos definidos en el apartado 4.2.1, la metodología de clasificación de proyectos de I+D de la Cooperativa Dos Pinos debe permitir obtener el grado de complejidad de cada proyecto y además poder clasificarlo según el tipo de proyecto que se esté tratando. Los siguientes apartados

desarrollan y describen los pasos y las herramientas que forman parte de la metodología de categorización para los proyectos.

La base para este sistema es el denominado Proceso Analítico Jerárquico (PAJ), que permite establecer una estructura de evaluación multicriterio para aproximar la complejidad de los proyectos mediante la obtención de un índice numérico. Complementan esta estructura de evaluación el diseño de una huella gráfica de complejidad y el establecimiento de una taxonomía para los proyectos según dos criterios del modelo NCTP: incertidumbre tecnológica y urgencia.

A manera de síntesis, la figura 10 describe la metodología desarrollada como un proceso en términos de entradas, técnicas y herramientas, y salidas; tomando como referencia el esquema para los procesos de la administración de proyectos que emplea el *PMI* en su guía *PMBOK* (2013).

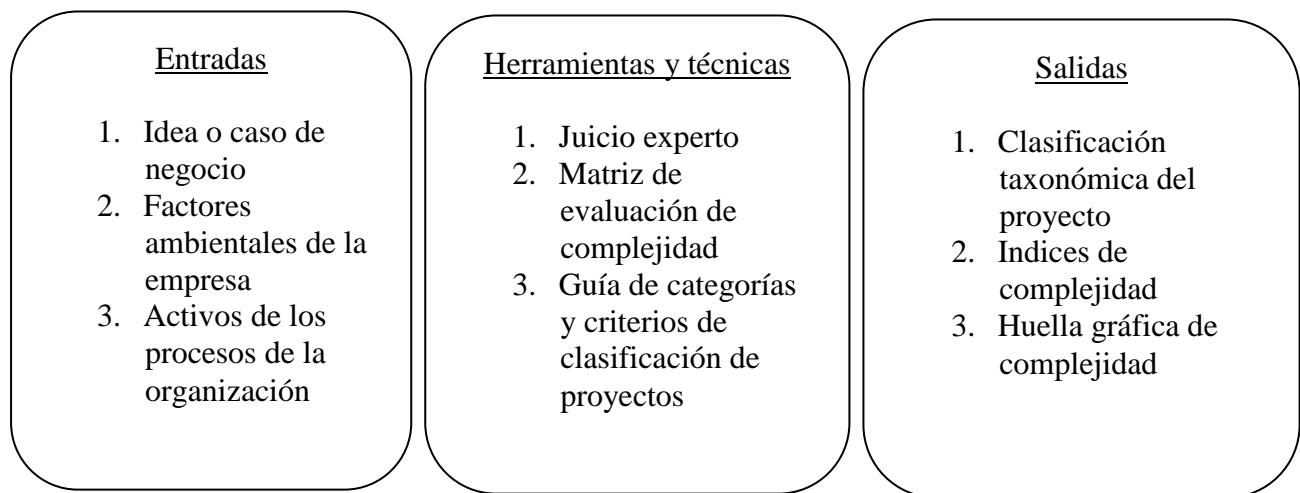


Figura 10. Metodología para categorizar proyectos de I+D+D según complejidad: entradas, herramientas y técnicas, y salidas (elaboración propia)

4.3.1 Definición de los tipos de proyecto de I+D+D en la cooperativa

Actualmente el departamento ya cuenta con una taxonomía o clasificación de los proyectos desarrollada hace algunos años de forma empírica y basada en el grado de innovación del producto (formula) para establecer el tipo de proyecto. Este sistema de clasificación se muestra en el cuadro 11.

Cuadro 11. Clasificación actual según tipo de proyecto de IyD en la Cooperativa Dos Pinos (fuente: Bolaños, 2017).

Tipo de proyecto		Descripción
1	Nueva presentación	Mismo granel con diferente presentación y/o marca
2	Nuevo sabor	Misma base con diferente sabor
3	Nueva base	Innovación
4	Reformulación	Cambios de mejora o ingredientes

Con base a los resultados obtenidos en el apartado 4.2.2, donde se estableció la importancia del sub-criterio de incertidumbre tecnológica dentro de la estructura de complejidad de los proyectos de IyD, se sugiere adoptar la propuesta de categorización de proyectos del modelo NTCP expuesto por Nga Dao (2011) y desarrollado por Shenar y Dvir en 2004. Las cuatro categorías o tipos de proyecto en el modelo son:

- 1) Baja tecnología: tecnologías existentes y bien establecidas.
- 2) Tecnología media: principalmente tecnologías existentes o de base combinadas con nuevas características.
- 3) Alta tecnología: tecnología nueva pero existente.
- 4) Súper-tecnología: tecnología inexistente, objetivos del proyecto bien definidos,

Estas categorías pueden hacer referencia tanto a la tecnología a nivel de ingredientes y fórmula como a los procesos de producción también, por lo que se

considera una clasificación un poco más robusta que la actual que contempla solo el cambio en las formulaciones; esto representaría una mejoría.

Adicionalmente, por la naturaleza del negocio y el tipo de proyectos que se llevan a cabo en el departamento, se propone categorizar los proyectos en términos del tiempo requerido (cronograma o urgencia) para la entrega o lanzamiento de los productos, siguiendo como base igualmente lo establecido en el modelo NCTP. En este caso las categorías son:

- Regular: el tiempo no es crítico para el éxito.
- Competitividad rápida: impulsada por el tiempo a medida que se inician para aprovechar las oportunidades del mercado y las ventajas estratégicas.
- Proyectos críticos o blitz: el tiempo es un factor clave para el éxito; los proyectos son el resultado de eventos emergentes que tienen el potencial de disuadir a la organización.

El establecimiento del tipo de proyecto en términos de la incertidumbre tecnológica y la urgencia permitirá a los usuarios darse una idea inicial de la complejidad que conlleva administrar un proyecto. Según el análisis llevado a cabo en el apartado 4.2.2 estos dos factores son considerados como críticos para la administración de los proyectos de IyD.

4.3.2 Definición de los criterios para evaluar la complejidad de los proyectos de IyD

Para que los usuarios puedan llevar a cabo la evaluación multicriterio de la complejidad de un proyecto se diseñó la siguiente guía que incluye los sub-criterios del cuadro 12 y los temas a considerar antes de asignar cualquier nota o medida más adelante.

Cuadro 12. Sub-criterios de complejidad para la estructura de evaluación de complejidad (fuente: elaboración propia).

Sub-criterio	Temas por considerar
Incertidumbre tecnológica	¿Qué tanta certeza existe con respecto a la variedad y tipo de tecnologías a emplear en el proyecto? ¿Las tecnologías son nuevas para la cooperativa?
Grado de innovación en producto o proceso	¿El proyecto implica innovación a nivel de productos o procesos? ¿Las innovaciones son extensiones de productos existentes, no requieren cambios de uso, son compatibles con la infraestructura actual, aportan beneficios incrementales, o representan un cambio radical en la forma en que se hacen las cosas?
Riesgos técnicos	¿Se vislumbran posibles problemas de diseño o implementación para los productos y procesos que impacten calidad o fecha de entrega en una forma predecible? ¿Existen maneras de eliminar o mitigar estos riesgos?
Experiencia previa del equipo	¿Cuál es la base de conocimientos del equipo, incluido el director del proyecto? ¿El equipo tiene experiencia en la entrega de trabajos similares? ¿El conjunto de habilidades funcionales de los miembros del equipo es apropiado para el proyecto? ¿Están todas las habilidades representadas?
Necesidad de entrenamiento de personal	¿Es necesario que los miembros del equipo o los operadores de planta reciban algún tipo de capacitación para realizar el trabajo?
Requerimientos técnicos familiares	¿Los requisitos técnicos del proyecto son familiares para el grupo? En el pasado, ¿el grupo desarrolló o entregó requisitos similares?
Disponibilidad comercial de nuevos materiales aprobados para uso en planta	¿Son necesarias materias primas o empaques nuevos? ¿Es posible que estos materiales cumplan con los requisitos del proyecto (características sensoriales, maquinabilidad, costo, tiempo de entrega) y de inocuidad de la planta (requerimientos microbiológicos y de alérgenos)?
Número y tamaño de pruebas de escalamiento necesarias	¿Qué tan compleja es la programación de las pruebas industriales que se estiman necesarias inicialmente para el proyecto? ¿Cuál es el batch mínimo de producción para las pruebas?

Sub-criterio	Temas por considerar
Fecha de entrega o "Urgencia"	¿Se ha establecido un plazo firme para entregar el proyecto? ¿La fecha límite permitirá completar el proyecto a tiempo o es demasiado restrictivo?
Ambigüedad en la definición del alcance del proyecto	¿Los objetivos del proyecto están claramente definidos? ¿Se recibieron definiciones claras de los entregables?
Disponibilidad de recursos humanos y material	¿Están disponibles los miembros del equipo? ¿Hay prioridades conflictivas? ¿Están disponibles los equipos y cámaras de laboratorio y planta piloto necesarios?
Presupuesto disponible para el proyecto	Considerar todos los posibles gastos, desde compra de muestras para pruebas industriales hasta análisis especializados ¿Existe presupuesto para estos gastos en las cuentas respectivas?
Número de tareas y/o productos dentro del proyecto	Se considera que a mayor número de SKUs el proyecto conlleva más horas de trabajo
Involucramiento de interesados (necesidades de comunicación)	A mayor número de interesados en el proyecto, tanto internos como externos, se requiere del establecimiento de más canales de comunicación y posiblemente se deban gestionar más requisitos ¿Existen procesos para comunicarse con las partes interesadas, recibir aprobación y retroalimentación?
Tamaño del proyecto (en términos de valor)	¿Cuál es el valor esperado del producto del proyecto para la organización? A mayor valor hay más interés y presión sobre el equipo del proyecto
Tamaño del equipo del proyecto	¿El equipo del proyecto es suficientemente grande?
Alineación con aspectos de la estrategia organizacional	Se considera que los proyectos que estén mejor alineados con la estrategia de la cooperativa avanzaran más fácilmente por los diferentes procesos de gestión ya que son prioritarios
Condiciones de mercado (ej. precios, cantidad y variedad de competencia)	¿Las condiciones de mercado existentes son favorables para la comercialización de los productos del proyecto? ¿Es el costo de los productos a desarrollar muy restrictivo?

Sub-criterio	Temas por considerar
Regulaciones aplicables al producto del proyecto	¿Existen normativas específicas que regulen o restrinjan algún aspecto para los productos del proyecto?
Aprobación de nuevos claims o características funcionales nuevas	¿El desarrollo del proyecto exige realizar o presentar resultados de investigaciones científicas para respaldar características funcionales en los productos ante la autoridad competente?
Dependencias externas a la organización	¿El éxito del proyecto depende grupos externos (ej. Organizaciones gubernamentales)? ¿El proyecto se trata de una alianza con un ente gubernamental u otra empresa?
Complejidad de las relaciones tanto dentro del equipo como en el entorno	¿El éxito del proyecto depende de tener influencia hacia algún grupo interesado en el proyecto para obtener colaboración? ¿Cuán complejas serán las necesidades de comunicación? ¿Hay canales bien establecidos?
Ubicación de los miembros del equipo	¿Cuál es la ubicación general del equipo? ¿Los miembros del equipo están ubicados en el mismo edificio, división u organización?
Ubicación geográfica	¿La ubicación del proyecto es la misma que la del equipo en general?

4.3.3 Establecimiento de la estructura jerárquica multicriterio de evaluación de complejidad

Para generar la matriz de evaluación multicriterio de la complejidad de los proyectos de I+D se utiliza la metodología del PAJ. Este proceso es una teoría de medida a través de las comparaciones por parejas y se basa en los juicios de expertos para derivar escalas de prioridad (Saaty, 2008). Son estas escalas las que permiten medir variables intangibles en términos relativos. Las comparaciones se hacen usando una escala de juicios absolutos que representa cuánto más, un elemento domina a otro con respecto a un determinado atributo.

Para este fin se empleó la denominada escala de Saaty, que se muestra en el cuadro 13. Los cuestionarios de evaluación de criterios y sub-criterios completados por los expertos en el apartado 4.2.2 sirvieron de guía para

establecer una relación cualitativa con la escala de Saaty y desarrollar el proceso de “pesaje” del PAJ.

Cuadro 13. Escala de importancia relativa (adaptado de Saaty, 2008).

Escala	Calificación numérica	Recíproco
Importancia absoluta de un criterio sobre otro	9	1/9
Importancia demostrada de un criterio sobre otro	7	1/7
Fuerte importancia de un criterio sobre otro	5	1/5
Débil importancia de un criterio sobre otro	3	1/3
Ambos criterios son de igual importancia	1	1

Nota: los valores 2,4, 6 y 8 son intermedios entre dos juicios adyacentes que se emplean cuando es necesario un término medio entre las intensidades.

En un primer paso, el cuadro 14 presenta la matriz de comparación de los criterios o factores macro de complejidad determinados en 4.2.2, a saber: complejidad técnica, factores organizacionales y contexto del proyecto. El cuadro 15 ejemplifica el cálculo del autovector o “peso” de cada uno de estos criterios según su aporte relativo al índice de complejidad general de un proyecto.

Cuadro 14. Matriz de comparación de criterios de complejidad (elaboración propia).

	Complejidad técnica	Factores organizacionales	Contexto
Complejidad técnica	1	3	5
Factores organizacionales	1/3	1	3
Contexto	1/5	1/3	1
Total	1.53	4.33	9
Resultados			
Complejidad técnica	$1/1.53 = 0.653$	0.692	0.556
Factores organizacionales	$0.33/1.53 = 0.215$	0.230	0.333
Contexto	$0.2/1.53 = 0.131$	0.076	0.111

Nota: Razón de consistencia RC= 0.04

Cuadro 15. Cálculo del autovector (“peso”) de cada criterio de complejidad del PAJ del cuadro 14 (elaboración propia).

Criterios	Calculo de Autovector	Autovector
Complejidad técnica	$(0.653+0.692+0.556)/3$	0.6333 (63.33%)
Factores organizacionales	$(0.215+0.230+0.333)/3$	0.2606 (25.05%)
Contexto	$(0.131+0.076+0.111)/3$	0.1062 (10.62%)

Se puede observar como el criterio de complejidad técnica cuenta con un peso mayor (autovector) o contribuirá mayormente a la complejidad del proyecto que los criterios relativos al contexto o los factores organizacionales.

Los siguientes pasos en el desarrollo de la estructura de evaluación de complejidad serían determinar el peso relativo de cada sub-criterio en un nivel inferior con respecto al peso del criterio o factor macro, para luego poder obtener una matriz de cálculo. Las matrices de “pesaje” para los sub-criterios se pueden encontrar en el anexo 5.

La consistencia de los juicios del PAJ llevado a cabo puede ser evaluada mediante la razón de consistencia (RC), un índice no estadístico que viene dado como el cociente entre el índice de consistencia (IC) y el índice de consistencia aleatorio (ICA).

$$RC = IC/ICA.$$

Se considera que valores de RC menores o iguales a 0.1 son señal de un nivel razonable de consistencia en las comparaciones pareadas realizadas (Hurtado y Bruno, s.f.). En este caso particular los RC obtenidos para las cuatro matrices de comparación pareada son inferiores a 0.10, lo que demuestra consistencia en las diversas comparaciones realizadas.

Subcriterio	Autovector	Nota	Criterio	Autovector	Indice
Incertidumbre tecnológica (variedad y tipo de tecnologías a emplear)	0.2909		Complejidad Técnica	0.633	0
Grado de innovación en producto o proceso	0.2153				
Riesgos técnicos	0.1332				
Experiencia previa del equipo	0.0896				
Necesidad de entrenamiento de personal	0.0896				
Requerimientos técnicos familiares	0.0720				
Disponibilidad comercial de nuevos materiales aprobados para uso en planta	0.0720				
Número y tamaño de pruebas de escalamiento necesarias	0.0373				
Fecha de entrega o "Urgencia"	0.3173		Factores organizacionales	0.260	0
Ambigüedad en la definición del alcance del proyecto	0.1419				
Disponibilidad de recursos humanos y material	0.1419				
Presupuesto disponible para el proyecto	0.1158				
Número de tareas y/o productos dentro del proyecto	0.1158				
Involucramiento de interesados (necesidades de comunicación)	0.0782				
Tamaño del proyecto (en términos de valor)	0.0568				
Tamaño del equipo del proyecto	0.0324				
Alineación con aspectos de la estrategia organizacional	0.2788		Contexto	0.106	0
Condiciones de mercado (ej precios, cantidad y variedad de competencia)	0.2178				
Regulaciones aplicables al producto del proyecto	0.1609				
Aprobación de nuevos claims o características funcionales nuevas	0.0894				
Dependencias externas a la organización	0.0867				
Complejidad de las relaciones tanto dentro del equipo como en el entorno	0.0867				
Ubicación de los miembros del equipo	0.0471				
Ubicación geográfica	0.0325				

Indice de Complejidad Global
0

Figura 11. Matriz para la evaluación de complejidad de los proyectos de IyD (elaboración propia).

La matriz de cálculo y evaluación de complejidad global se muestra en la figura 11 y mediante su uso los usuarios pueden conocer el peso relativo de los proyectos o alternativas con respecto a la complejidad a través de su respuesta a

cada sub-criterio, lo que idealmente permitiría a la organización poder priorizar los proyectos y asignar recursos de una manera calculada y no intuitiva.

En esta matriz las columnas señaladas como autovector representan los pesos de cada elemento dentro de la complejidad total del nivel superior. Por ejemplo, es posible afirmar que la fecha de entrega o urgencia representa el 31.73% de la complejidad asociada a factores organizacionales. A su vez este último criterio es responsable del 26.0% de la complejidad global de un proyecto de I+D según el análisis realizado.

Mediante el uso de la matriz los usuarios pueden calcular un índice de complejidad general del proyecto, así como también índices para evaluar la complejidad asociada a cada criterio o factor macro. Los usuarios deberán editar las casillas de la columna nota asignando un valor de 1 a 10 para cada sub-criterio, donde 1 representa la complejidad más baja y 10 el escenario más complejo posible. La matriz calcula automáticamente los índices de complejidad y los expresa como valores que van igualmente de 1 a 10, donde 1 representa un valor mínimo de complejidad y 10 un valor máximo.

Para asignar las notas o calificaciones se recomienda tomar como referencia lo expuesto en la guía del cuadro 12, así como también los activos de los procesos de la organización (procesos y procedimientos de la cooperativa, base de conocimiento corporativa) y los factores ambientales de la cooperativa (estándares de la industria y gubernamentales, recursos humanos existentes, tolerancia al riesgo de los interesados, etc.)

La idea es que la herramienta facilite rápidamente a los comités de aprobación de alto nivel no solo determinar qué tan complejo es un proyecto, sino además identificar las fuentes principales de esa complejidad para cada proyecto. Esto porque dos alternativas pueden generar un índice de complejidad similar, pero la forma en que deben ser administradas por el equipo del proyecto puede variar en

función del tipo de proyecto y las fuentes de su complejidad, como se explicará en el siguiente apartado.

4.3.4 Categorías según complejidad y obtención de la “huella” grafica

En cuanto a la taxonomía según grado de complejidad, se propone una clasificación inicial como la mostrada en el cuadro 16. Esta sugerencia en la división de los proyectos y las horas de trabajo asociadas es subjetiva y deberá ser verificada con el uso paulatino de la matriz por los usuarios acompañada de indicadores de desempeño que respalden la eficiencia del uso de los recursos asignados a los diferentes tipos de proyectos, por ejemplo medición de tiempos y cumplimiento de cronogramas.

**Cuadro 16. Clasificación de proyectos según índice de complejidad
(elaboración propia)**

Índice de Complejidad	Complejidad	Horas de trabajo asociadas
10.0-7.0	Alta	96
6.9 – 4.0	Media	68
3.9 – 0.0	Baja	32

Las horas asociadas a cada categoría se derivan del esquema mostrado en el cuadro 17, y cuyas premisas pueden ser modificadas por la organización conforme se validen los tiempos relativos a cada grupo de tareas.

Cuadro 17. Número de horas de trabajo según complejidad del proyecto y grupos de tareas (elaboración propia).

Complejidad del proyecto	Investigación	Pruebas piloto	Trabajo administrativo	Pruebas de escalamiento	Traslados
Alta	16	24	16	24	16
Media	8	24	16	16	4
Baja	0	8	16	8	0

Es importante también hacer notar a los usuarios de la metodología que la clasificación mostrada en el cuadro 16 puede ser igualmente aplicable a cada criterio o factor macro de la estructura jerárquica. En otras palabras, es posible separar los proyectos según su complejidad técnica, la criticidad de su tiempo de entrega o bien la dificultad asociada a factores organizacionales.

Además, al final del apartado anterior se mencionó que dos alternativas o proyectos pueden generar un índice de complejidad global similar, pero la forma en que deben ser administradas por el equipo del proyecto puede variar en función de las fuentes de su complejidad. Para tratar de ampliar el panorama de los administradores y sacar más provecho a la matriz de evaluación se propone dentro de la metodología la presentación de un mapa o huella gráfica que incluye algunos de los sub-criterios más relevantes señalados por el panel experto consultado en el apartado 4.2.2.

Estos 5 sub-criterios fueron seleccionados con base al aporte que hacen al índice global de complejidad determinado mediante el PAJ e incluyen: incertidumbre tecnológica, grado de innovación producto-proceso, riesgos técnicos, fecha de entrega y experiencia previa del equipo.

La figura 12 presenta un ejemplo del resultado obtenido para un proyecto ficticio al que simplemente se denominó proyecto A. Cada vértice del gráfico corresponde a una escala de evaluación del 1 al 10 para la intensidad relativa de cada sub-

criterio. En el ejemplo se puede interpretar que el proyecto A tiene una alta incertidumbre tecnológica y una fecha de entrega algo restrictiva, lo que implicaría que posiblemente se necesite asignar un adecuado número de personal al proyecto con el fin de entregar resultados a tiempo y con la calidad deseada.

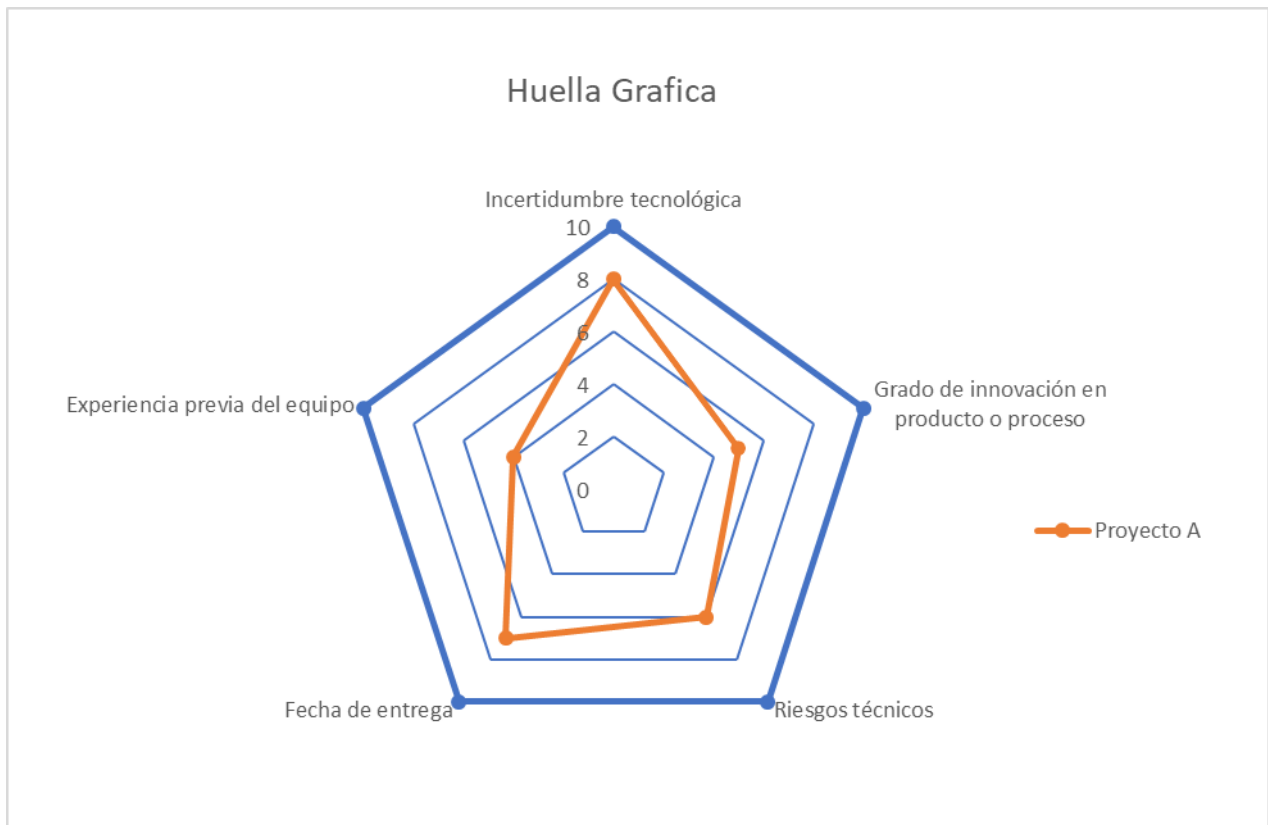


Figura 12. Ejemplo de la “huella” grafica de complejidad para proyectos de IyD en la cooperativa (elaboración propia).

Gransberg *et al.* (2013) señalan que un gráfico multidimensional de este tipo ayuda al gerente de proyectos a identificar las fuentes de complejidad para que los recursos apropiados puedan asignarse y abordar factores críticos antes de que creen una crisis. Además, otro beneficio de esta herramienta es que permite comparar y priorizar alternativas en forma visual y práctica.

4.4. Propuesta de un plan de implementación de la metodología en la Cooperativa Dos Pinos

Gaw (2010) establece que muchos proyectos tienden a culminar cuando el producto o el servicio que se crea, pasa a producción, se reemplaza, se actualizan, o se modifica. En general, ello ocurre en eventos muy visibles y de mucha presión, lo que justifica usar un 'plan de trabajo' como herramienta. En ese sentido, podría pensarse que para la implementación de la metodología de categorización de proyectos desarrollada en el apartado 4.3 sería aconsejable la creación de un plan de trabajo que le permita a la Gerencia de IyD poner en marcha el uso de dicha metodología.

Según Gaw (2010) un plan de trabajo es un mini-proyecto o un mini-enunciado del trabajo; que en lugar de enfocarse en el esfuerzo de todo el proyecto, se enfoca solo en un componente de éste, el cual está delimitado por el tiempo, para producir un entregable o cumplir con un hito. En este caso particular el componente en cuestión es la implementación de la metodología de categorización diseñada.

Este tipo de planes en general no son demasiado formales porque su audiencia es el equipo de proyecto típicamente, y pueden incluir las siguientes secciones: introducción, tareas preparatorias, plan de implementación, plan de comunicaciones, plan de pruebas, análisis de riesgos, plan de vuelta atrás, plan de post-implementación, y lista de contactos (Gaw, 2010). La introducción se refiere a la creación de un encabezado que incluya una breve descripción del proyecto y del objetivo del plan. Este encabezado se muestra en el cuadro 20 como parte del plan de implementación.

A continuación se desarrollan apartados asociados a tareas preparatorias y al plan de implementación de la metodología diseñada. Otras secciones del plan de

trabajo sugeridas por Gaw se incluyen como parte del plan de implementación del cuadro 19.

4.4.1 Tareas preparatorias

Las actividades preparatorias son aquellas que documentan todas las tareas necesarias para lograr la implementación. Según Gaw (2010) el objetivo no es volver a crear la EDT y tratar con todas las actividades que trajeron al equipo hasta este punto, sino tratar con las actividades críticas que deben ocurrir antes de la implementación y que son el tema del plan de trabajo, lo que podría incluir por ejemplo: comunicarle a los usuarios afectados cuándo el sistema estará fuera de servicio, verificar los respaldos de los datos, de los fuentes, de las configuraciones, etc.

Cada tarea debería tener un propietario responsable de asegurar que la tarea se complete y de informar sobre su estado al resto del equipo del proyecto. En este caso particular se ha levantado una lista de las actividades preparatorias que se muestra en el cuadro 18. En el cuadro también se detalla el posible responsable.

Cuadro 18. Listado de tareas preparatorias para la implementación de la metodología diseñada (elaboración propia).

Descripción	Responsable (s)	Duración (días)
Validación de metodología diseñada ante la UCI (defensa PFG)	Director de proyecto, tutora y lectores PFG	10
Pruebas preliminares	Director de proyecto	2
Elaboración de presentación resumen del PFG	Director de proyecto	2
Presentación resumen PFG ante la Gerencia de lyD	Director de proyecto	1
Ajustes preliminares	Director de proyecto	2
Aprobación de la propuesta de categorización de proyectos	Gerencia lyD	1

Descripción	Responsable (s)	Duración (días)
Análisis del flujo de proceso actual de generación de ideas de negocio en Dos Pinos para adaptar la metodología diseñada	Director de proyecto Gerencia lyD	1
Revisión y depuración de guía de sub-criterios de complejidad para la evaluación	Director de proyecto Usuarios metodología	3

La realización de las tareas presentadas en el cuadro 18 es indispensable antes de pensar en el establecimiento exitoso de las herramientas diseñadas para la categorización de lyD en la cooperativa Dos Pinos. Estas tareas han de ser llevadas a cabo mayoritariamente por el Director del proyecto, siguen un orden secuencial sencillo y se espera no tardar más de 21 días naturales en su consecución, incluyendo la defensa del Proyecto Final de Graduación (PFG) ante la universidad.

4.4.2 Plan de implementación

El cuadro 19 resume las actividades, recursos necesarios, responsables y cronograma establecido dentro de la propuesta del plan de implementación. Estas actividades son fundamentales para el éxito del establecimiento de la metodología diseñada. Para cada tarea se estipula un dueño así como fechas de inicio y fin asumiendo una secuencia lineal sencilla de las actividades.

Cuadro 19. Plan de implementación de la metodología de categorización de proyectos de lyD (elaboración propia).

Descripción: Plan de implementación metodología de categorización de proyectos			
Área de aplicación: Investigación y Desarrollo			
Objetivo: Establecer una guía para la puesta en funcionamiento de la metodología de categorización.			
Fecha tentativa de inicio: 20 de marzo 2018		Fecha tentativa conclusión:	
Presupuesto: 70 000 colones		Líder: Director de proyecto	
Actividad	Recursos necesarios	Responsable	Marco de tiempo
Análisis de riesgos	Plantilla Excel para análisis de riesgos Computadora con acceso a internet y Microsoft Office Guía <i>PMBOK</i>	Director de proyecto	2 días (22/03/2018)
Pruebas de evaluación con usuarios	Computadora portátil con acceso a Microsoft Office, plantillas de registro de pruebas	Director de proyecto	2 días (26/03/2018)
Ajustes finales	Computadora con acceso a internet y Microsoft Office	Director de proyecto	1 día (27/03/2018)
Planificación de taller de capacitación de usuarios	Computadora portátil, teléfono, lista de proveedores de refrigerios	Director de proyecto	1 día (28/03/2018)
Diseño de materiales necesarios para el taller e instructivo de uso de la metodología	Computadora con acceso a internet y Microsoft Office, Impresora a color, hojas de papel	Director de proyecto/Universidad Corporativa Dos Pinos	2 días (30/03/2018)
Comunicado oficial para la implementación de la metodología	Computadora con acceso a internet, correo electrónico	Gerencia de lyD	1 día (30/03/2018)
Impartir taller de capacitación	Computadora portátil con acceso a internet y Microsoft Office, video proyector, refrigerio, sala para 10 personas	Director de proyecto	1 día (02/04/2018)
Acompañamiento a los usuarios (monitoreo y evaluación)	Computadora con acceso a internet, correo electrónico, Encuesta de satisfacción	Director de proyecto	20 días (02/04/2018)

Actividad	Recursos necesarios	Responsable	Marco de tiempo
Reunión de cierre del proyecto	Acta de cierre del proyecto Guía <i>PMBOK</i>	Director de proyecto/ Gerencia de IyD	1 día (03/04/2018)
Levantar y archivar listado de lecciones aprendidas del proyecto	Plantilla para registro de lecciones aprendidas (Anexo 6) Guía <i>PMBOK</i>	Director de proyecto	1 día (03/04/2018)

Todas las actividades descritas en el cuadro 19 son fundamentales y corresponden a buenas prácticas de administración de proyectos, pero se recomienda seguir los lineamientos establecidos por el INA (2005) para el planeamiento y desarrollo del taller de capacitación como pieza central del plan de implementación. Según los autores este taller debe incluir tres secciones: introducción, desarrollo y conclusión.

En la introducción se debe contemplar una motivación inicial para resaltar la importancia del tema y la metodología desarrollada, un diagnóstico para determinar el grado de conocimiento del grupo sobre el tema así como la presentación del objetivo del taller.

En la fase del desarrollo del taller se intensificará la actividad del grupo de participantes, seleccionando estrategias metodológicas que estimulen la creatividad e iniciativa de las personas participantes para el logro de los objetivos propuestos. Sirve como medio para la adquisición de actitudes y criterios deseables (INA, 2005).

La conclusión de la capacitación es la etapa en que el instructor y las personas participantes podrán verificar el aprendizaje logrado durante la sesión, consta de dos momentos:

a) Resumen o recapitulación de los temas tratados.

b) Criterio de desempeño logrado.

Dentro del plan de implementación del cuadro 19, el análisis de riesgos, las pruebas de evaluación y las comunicaciones implicadas corresponden según Gaw (2010) a planes subsidiarios dentro de un plan de trabajo para realizar implementaciones de este tipo. Estos planes se presentan en las siguientes secciones.

4.4.2.1 Análisis de riesgos para la implementación

Para la implementación de la metodología de categorización se identifican riesgos pertenecientes a dos grandes causas, estas son: riesgos técnicos (códigos RT) y riesgos de los procesos de administración de proyectos (códigos RA).

Para la evaluación de los riesgos y su priorización se emplean las escalas y que se muestran en la figura 13, donde se definen los criterios para asignación de probabilidad, impacto y riesgo general para la fase de implementación de la metodología.

Escala de probabilidad		Escala de impacto		Riesgo general del proyecto	
Muy probable	0.90	Muy alto	0.80	Alto	0.20-0.99
Bastante probable	0.70	Alto	0.40	Moderado	0.10-0.19
Probable	0.50	Moderado	0.20	Bajo	0.01-0.09
Poco probable	0.30	Bajo	0.10		
Muy poco probable	0.10	Muy bajo	0.05		

Figura 13. Escalas de evaluación de probabilidad, impacto y riesgo general para análisis de riesgos (Elaboración propia).

El cuadro 20 presenta la identificación, descripción y priorización de los riesgos detectados. En el cuadro 21 se proponen acciones orientadas a disminuir el posible impacto de estos riesgos.

Cuadro 20. Identificación y análisis cualitativo de riesgos para la implementación (elaboración propia).

Código del Riesgo	Causa	Descripción del Riesgo	Probabilidad	Impacto	Rango	Tipo de Riesgo
RT-001	Calidad	Si la comparación pareada del análisis del PAJ no fue correcta habrá resultados de estimación de complejidad poco realistas.	0.35	0.60	0.21	Alto
RT-002	Complejidad	Si en la práctica existen criterios de complejidad no incluidos en la metodología se puede impactar negativamente la calidad de los resultados de categorización.	0.30	0.50	0.15	Medio
RA-001	Estimación	Si la estimación de la duración de tareas preparatorias y actividades de implementación no es correcta habrá retrasos en la entrega del proyecto.	0.30	0.40	0.12	Medio

Código del Riesgo	Causa	Descripción del Riesgo	Probabilidad	Impacto	Rango	Tipo de Riesgo
RT-003	Calidad	Si la capacitación a los usuarios es insuficiente ellos generarán resultados erróneos con la herramienta lo que generará problemas de calidad	0.30	0.40	0.12	Medio
RA-002	Estimación	Si el aproximado de costos de materiales y refrigerio para taller de capacitación fue insuficiente pueden generarse sobrecostos para la fase de implementación	0.20	0.20	0.04	Bajo

El riesgo general para la implementación se calcula en un valor de 0.13, lo que según la escala definida en la figura 3 representa un riesgo moderado. Para disminuir este valor se proponen acciones preventivas (riesgos no aceptados) y de contingencia (riesgos aceptados) que se presentan en el cuadro 21.

Cuadro 21. Plan de respuesta a los riesgos para la implementación (elaboración propia).

Código del riesgo	Tipo de Estrategia	Acciones Preventivas o de Contingencia	Disparadores (riesgos aceptados)	Responsable
RT-001	Mitigar.	Preventiva: Realizar un repaso del análisis con un grupo reducido de expertos del departamento para validar comparaciones	-	Director de proyecto
RT-002	Aceptar	Contingencia: Ajustar análisis base PAJ con los nuevos criterios de complejidad pertinentes determinados por los usuarios	Comunicado con realimentación de algún usuario	Director de proyecto
RA-001	Aceptar	Contingencia: Negociar con el patrocinador un margen de tiempo adicional para la implementación de la metodología	Índice de desempeño de cronograma menor a 0.85	Director de proyecto
RT-003	Evitar	Preventiva: Realizar una evaluación luego de la capacitación para determinar grado de entendimiento de los usuarios	-	Director de proyecto
RA-002	Mitigar	Preventiva: Presupuestar un poco más de lo proyectado en las cotizaciones de los proveedores.	-	Director de proyecto

Es importante anotar que el cálculo del riesgo general para el proyecto post-plan es menor a 0.1 (0.07), disminuyendo el valor original gracias a la propuesta de acciones concretas en el cuadro 21.

4.4.2.2 Plan de Calidad para la implementación

Primeramente, se definen en el cuadro 22 los roles y responsabilidades para el plan de calidad de la implementación de la metodología de categorización.

Cuadro 22. Roles y responsabilidades del plan de calidad para la implementación (elaboración propia).

Rol	Responsabilidades
Director de proyecto	Dar seguimiento y velar por el cumplimiento de todas las acciones que se establezcan para garantizar la realización de los objetivos de calidad para el proyecto.
Usuarios de la metodología	Colaborar con las acciones relativas al aseguramiento y control de la calidad del proyecto cuando lo amerite.
Gerencia IyD	Liberar el espacio en agendas aprobado para la gestión de la calidad del proyecto en el tiempo requerido.
Oficina de proyectos	Apoyar con todos los documentos (plantillas, listas de chequeo, procedimientos y otros) que se emplean para apoyar la gestión de calidad del proyecto.

A continuación se presenta la política de calidad para el proyecto, incluyendo enfoques para la planificación, el aseguramiento y control de la calidad, así como también los dos factores de calidad definidos para la implementación.

Enfoque para la planificación de la calidad del proyecto:

Asegurarse que el proyecto y su implementación alcanzarán o superarán las necesidades y expectativas de los interesados mediante la identificación y documentación de requisitos y objetivos de calidad.

Enfoque para el aseguramiento de la calidad del proyecto:

Proveer evidencia para promover la confianza entre los interesados en el proyecto de que las actividades relacionadas con la calidad se están ejecutando efectivamente; y que todas las actividades planificadas están realizándose para proveer la confianza de que el producto cumplirá con los requerimientos establecidos de calidad.

Enfoque para el control de la calidad del proyecto:

Mejorar la calidad mediante el monitoreo y registro de los resultados de ejecución de las actividades de calidad para evaluar el desempeño y recomendar cambios, cuando sea apropiado.

Factores de Calidad:

Desempeño en programa de trabajo lo cual implica cumplimiento de los hitos establecidos y del plazo total pactado con el patrocinador y los demás interesados.

Desempeño técnico y funcional de la metodología diseñada de acuerdo con requisitos originales establecidos por los interesados.

El cuadro 23 es un resumen de los objetivos de calidad para la implementación. En este se detallan los objetivos específicos de calidad, las métricas, las frecuencias de medición, los resultados esperados y los responsables de cada objetivo.

Cuadro 23. Objetivos y métricas de calidad para la implementación de la metodología de categorización (elaboración propia).

Objetivo de Calidad	Métrica (s)	Definición de la métrica (método de medición)	Resultado esperado	Frecuencia de medición	Responsable del cumplimiento de la métrica
Asegurar un SPI superior a 0,95 con el fin de garantizar el cumplimiento en plazos pactado con el patrocinador	SPI	Índice de desempeño del cronograma según método del valor ganado. Los datos planificados se obtendrán del plan de implementación.	Mínimo 0.95	Semanal	Director de proyecto
Lograr una calificación de los usuarios de 8.0 o más en encuesta de satisfacción basada en requisitos de diseño	Escala hedónica	Calificación promedio de los usuarios empleando una escala hedónica rotulada de 1 a 10	Mínimo 8.0	Una sola vez	Director de proyecto

Para garantizar el cumplimiento de las metas de calidad se proponen actividades de aseguramiento y control según cada requisito. Estas actividades se presentan en el cuadro 24, e incluyen el seguimiento y mantenimiento del cronograma para cumplir con fechas pactadas con el patrocinador, así como también la realización de pruebas preliminares, revisión de requisitos y encuestas de satisfacción con los usuarios finales de la metodología.

Cuadro 24. Actividades de aseguramiento y control de calidad para la implementación de la metodología de categorización (elaboración propia).

Requisito	Actividades de aseguramiento y control	Frecuencia	Responsable
SPI \geq 0.95	Aseguramiento: Sesiones de mantenimiento del cronograma	Semanal	Director de proyecto
	Control: Determinación del SPI	Semanal	Director de proyecto
Promedio de 8.0 en encuesta de satisfacción de usuarios	Aseguramiento: Pruebas preliminares de la metodología con usuarios	Semana 1	Director de proyecto/usuarios
	Control: Evaluación preliminar de satisfacción de usuarios durante pruebas de producto	Semana 1	Director de proyecto/Usuarios
	Control: Verificación de cumplimiento de especificaciones de la metodología diseñada antes de pruebas	Semana 1	Director de proyecto/Patrocinador

4.4.2.3 Plan de comunicaciones para la implementación

Definición de estrategias

En el cuadro 25 se presenta las estrategias de comunicación que se emplearan para la implementación de la metodología de acuerdo con el grupo interesado en cuestión. Se incluyen grupos de interesados de medio y alto nivel que típicamente están relacionados a los proyectos de IyD de la empresa.

**Cuadro 25. Estrategias de comunicación según grupo de interesados
(elaboración propia).**

Interesado	Intereses	Estrategia
Gerencia IyD	Apoyo por optimizar uso de insumos, procesos, aumento de control interno, incremento en la productividad, mejoramiento de la imagen institucional y cumplimiento de objetivos estratégicos.	Brindar información sobre las nuevas herramientas de categorización, haciendo énfasis en el impacto positivo que traen. Informar sobre fechas de implementación del nuevo sistema, con el fin de establecer una familiarización de los nuevos procesos y obtener aprobaciones del patrocinador.
Usuarios (investigadores de producto y Líder de innovación)	Apoyo por mejorar el desempeño de sus labores. Esperando obtener una mayor organización y mejor asignación de tiempos para actividades y recursos.	Capacitar y brindar información sobre las herramientas y nuevos procesos a funcionarios líderes encargados de bajar la información al resto del departamento. Brindar información sobre el alcance del proyecto y como impactaría positivamente en la productividad y efectividad de las tareas cotidianas.
Equipo de lanzamientos	Especial interés en mejora del cumplimiento de metas asociadas a fechas de entrega para los proyectos.	Informar sobre el alcance del proyecto y en como mejorará el desempeño del departamento de IyD. Suministrar avance sobre el cronograma de implementación.
Comité de innovación de la empresa	Apoyo por llegar a optimizar recursos, estandarización de procesos, incremento en la productividad, cumplimiento de objetivos estratégicos y modernización de la gestión.	Brindar avance del proyecto mediante el plan de comunicación establecido, haciendo énfasis en el cumplimiento de metas y cronograma de la implementación.

Administración de las Comunicaciones.

Uso de técnicas y herramientas.

Las herramientas y técnicas utilizadas para gestionar las comunicaciones del proyecto durante la implementación son las siguientes:

- Correo electrónico corporativo para informar al equipo de usuarios sobre la metodología de categorización. Otras de las funcionalidades que permite al equipo de proyecto son:
 1. Compartir lo que se está trabajando, hacer preguntas y evacuar dudas.
 2. Facilidad de trabajar de forma remota.
 3. Dar seguimiento a las notas de una reunión.
 4. Llevar los calendarios y compromisos, organizar tareas y dar seguimiento a los pendientes.
- Reuniones con el patrocinador y los coordinadores de desarrollo para presentar, revisar y depurar resultados.

Matriz de comunicaciones

El cuadro 26 constituye la matriz de comunicaciones para la implementación de la metodología de categorización de proyectos de IyD.

Cuadro 26. Matriz de comunicaciones para la implementación.

Tipo de Comunicación	Dirigido a	Frecuencia	Responsable	Propósitos	Recursos
Inicio de la implementación	Patrocinador, comité de innovación y equipo de lanzamientos	Una sola vez vía e-mail	Director del Proyecto	Informar sobre datos del alcance y comunicación sobre el inicio del proyecto. Cronograma de implementación	Declaración de alcance del proyecto Cronograma de implementación
Convocatoria y presentación Taller de capacitación	Patrocinador y usuarios de metodología	Una sola vez	Director del Proyecto	Dar a conocer a los interesados los detalles para el uso de la metodología	Presentación resumen PFG e indicaciones para uso de guías y herramientas Lista de asistencia

Tipo de Comunicación	Dirigido a	Frecuencia	Responsable	Propósitos	Recursos
Envío de instructivo digital sobre el uso de la metodología	Patrocinador y usuarios de metodología	Una sola vez vía e-mail	Director de proyecto	Brindar a los usuarios una guía digital con aspectos generales del uso de las herramientas y presentación de resultados	Instructivo digital sobre el uso de la metodología
Ejecución y seguimiento de la implementación	Patrocinador, usuarios de la metodología, Comité de innovación	Reuniones quincenales con coordinadores de investigación	Director del Proyecto	Recibir y dar realimentación sobre el consultas y situaciones que puedan surgir durante los primeros meses luego de implementada la metodología	Minutas de reunión
Aceptación de Entregables del Proyecto.	Patrocinador del Proyecto	Al finalizar período de seguimiento de implementación	Director del Proyecto	Documentar la entrega y aprobación del entregable.	Plantilla de Aceptación de Entregables del Proyecto.
Control de cambios al proyecto.	Patrocinador	Cuando se presente una solicitud de cambio para el proyecto.	Director del Proyecto	Dar a conocer las razones que justifican el cambio durante la implementación	Plantilla de Control de Cambios.
Incidentes y Problemas presentados.	Patrocinador	Cada vez que se registre un incidente o un problema en el proyecto.	Director del Proyecto	Contar con un repositorio centralizado para documentar e informar incidentes y problemas presentados.	Registro de incidentes y problemas.
Lecciones Aprendidas	Patrocinador	Durante todas las fases del proyecto e implementación	Director del Proyecto	Establecer una base de datos para proyectos futuros.	Registro de lecciones aprendidas (Anexo 7)
Cierre del Proyecto	Patrocinador, Comité de innovación, Equipo de lanzamiento	Al cierre del proyecto.	Director del Proyecto	Documentar la entrega y aprobación del proyecto y comunicar el cierre del proyecto.	Informe Final del proyecto y Presentación de Power Point.

Formato de reportes

Los formatos de todo tipo de reporte, incluyendo reportes de pruebas, deben de incluir como mínimo los siguientes elementos:

- Fecha
- Organización, es decir el nombre de la empresa
- Nombre del organizador/a de la reunión o prueba
- Objetivos de la reunión o prueba
- Lista de Participantes
- Contenido
- Fecha de la siguiente reunión o prueba

5 CONCLUSIONES

1. Mediante la realización del presente trabajo se generó una propuesta para que el departamento de Investigación y Desarrollo de la Cooperativa Dos Pinos comience con la categorización sistemática de su cantera de proyectos y la asignación de recursos según el grado específico de complejidad multidimensional.
2. Se espera que mediante la correcta categorización y gestión de sus proyectos, la Gerencia de IyD pueda continuar contribuyendo al cumplimiento de las metas de indicadores del CMI asociados a la Dirección; todo esto en una forma más estandarizada evitando el incumplimiento de procedimientos, sobrecargas de trabajo y subjetividad en la estimación de cronogramas y presupuestos para los proyectos.
3. Para el diseño de la metodología de categorización de proyectos se tomaron en cuenta diversas propuestas encontradas en la literatura, pero también los requisitos y criterios específicos de los futuros usuarios de las herramientas; esto con el fin de tener un enfoque más específico.
4. Aunque no existe una única forma de o enfoque para categorizar proyectos en las organizaciones, en este caso se empleó como base de la metodología de categorización el método del Proceso Analítico Jerárquico, señalado por diversos autores como una herramienta válida para medir la complejidad en entornos multi-proyecto.
5. Dentro del plan de implementación de la metodología diseñada existen cuatro puntos clave que deben contemplarse para el éxito, a saber: plan de respuesta a los riesgos, un plan de calidad que incluye pruebas y evaluaciones con los usuarios, un plan de comunicaciones para garantizar el intercambio efectivo de información, y también un taller de capacitación para los usuarios.

6 RECOMENDACIONES

1. Es recomendable que a partir de este proyecto el departamento de IyD comience a crear y archivar las lecciones aprendidas de cada proyecto, con el fin de contar con una base de conocimiento más robusta que permita mejorar la propuesta de categorización y por tanto sus procesos administrativos.
2. Se recomienda validar la propuesta de horas de trabajo asociadas a cada categoría de complejidad mediante una revisión exhaustiva y comparación con una base de conocimiento de los proyectos de Investigación y Desarrollo.
3. Es clave realizar pruebas de la metodología con los usuarios como se detalla en el plan de implementación, esto para constatar que efectivamente las herramientas permiten diferenciar y clasificar los diferentes proyectos que trabaja el departamento de Investigación y desarrollo.
4. Según el análisis de riesgos para la implementación realizado, se recomienda revisar y depurar, junto a la Gerencia de Investigación y los usuarios, la lista de criterios y la guía de temas por considerar para la asignación de la nota de complejidad de cada sub-criterio, con el fin de reducir la subjetividad asociada al juicio de cada experto que empleará la matriz de evaluación de complejidad.
5. En trabajos posteriores podría considerarse asociar otras variables a la categorización de proyectos establecida, como por ejemplo un estimado de costos y las habilidades profesionales del equipo requeridas para cada tipo de proyecto.

7 BIBLIOGRAFIA

Álvarez, Y. (2006). Análisis dinámico de un proyecto de investigación y desarrollo. Revista de Dinámica de Sistemas 2(1): 3-35.

Archibald, R. (2013). A global system for categorizing projects. Recuperado de: <http://russarchibald.com/GLOBAL%20SYSTEM%20FOR%20CATEGORIZING%20PROJECTS.pdf>

Astigarraga, E. (s.f.). El método Delphi. Recuperado de: http://prospectiva.eu/zaharra/Metodo_delphi.pdf

Bolaños, D. (2017). Comunicación Personal. Cooperativa de productores de leche Dos pinos. Alajuela, Costa Rica.

Cooperativa Dos Pinos. (2011). Reseña histórica. Recuperado de: http://www.dospinos.com/userfiles/file/pdf/RESENA_HISTORICA_PDF.pdf

Daud, M.; Adnan, Y.; Ahmad, I.; Aziz, A. (Sin Fecha). Constructing the Model for Malaysia's Office Classification. Recuperado de: http://www.prrs.net/papers/Md_Nasir_Daud_Constructing_the_Model_for_Malaysias_Office_Classification.pdf

Gobierno de Canadá. (2015). Project Complexity and Risk Assessment Tool. Recuperado de: <https://www.canada.ca/en/treasury-board-secretariat/services/information-technology-project-management/project-management/project-complexity-risk-assessment-tool.html>

Gransberg, D.; Shane, J.; Strong, K; Lopez, C. (2013). Project Complexity Mapping in Five Dimensions for Complex Transportation Projects. Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/263964632_Project_Complexity_Mapping_in_Five_Dimensions_for_Complex_Transportation_Projects

Gaw, S. (2010). ¿Cómo crear un plan de trabajo para implementaciones de TI?

Recuperado de:

<https://americalatina.pmi.org/latam/KnowledgeCenter/Articles/~//media/3E9828A63F904D00A324DAB09F41E1FC.ashx>

Hurtado, T.; Bruno, G. (s.f.). El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores.

Recuperado de: <http://sisbib.unmsm.edu.pe>

INA. (2005). Guía para el planeamiento de sesiones de enseñanza y aprendizaje.

Recuperado de:

[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/30CF40EEE4E952A205257B39005F0E10/\\$FILE/Guia_para_planeamiento_de_sesiones_de_ensenanza_y_aprendizaje1.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/30CF40EEE4E952A205257B39005F0E10/$FILE/Guia_para_planeamiento_de_sesiones_de_ensenanza_y_aprendizaje1.pdf)

Kutch, D.; Skowron, D. (2015). Classification of R&D projects and selection of R&D project management concept. *R&D Management* 46 (5): 831-841.

Lozanos, M. (2011). Modulo 1 Fuentes de información: tipos y características.

Recuperado de:

http://pregunte.es/manuales/M_dul01_Fuentes_Informacion_ML_PR_GM.pdf

Lupinno, R.; Reza, M.; Rameezdeen, R. (2014). Risk management in research and development (R&D) projects: the case of South Australia. *Asian Academy of Management Journal* 19 (2): 67-85.

Mosaic Projects. (2013). Project Size and Categorisation. Recuperado de:

https://www.mosaicprojects.com.au/WhitePapers/WP1072_Project_Size.pdf

- Nga Dao, B. (2011). Project categorization systems and their role for Project portfolio management. Northumbria University, Suecia.
- Nguyen, A.; Nguyen, L.; Le-Hoia, L.; Dang, C. (2015). Quantifying the complexity of transportation projects using the fuzzy analytic hierarchy process. *International Journal of Project Management* 33:1364–1376.
- Pacheco, L. (2014). Clasificación de Proyectos según Complejidad. Recuperado: <http://proyectospmp.com/clasificaciondeproyectos/>
- PMI. (2013). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía PMBOK). Pennsylvania: Project Management Institute.
- PMI. (2013)². The Standard for Program Management. Project Management Institute: Pennsylvania, USA.
- PMI. (2006). The Standard for Portfolio Management. Project Management Institute: Pennsylvania, USA.
- Romero, C. (2010). La categorización un aspecto crucial en la investigación cualitativa. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/37251971/categorizacion-en-Investigacion-cualitativa>
- Ruiz, R. (2006). Historia y evolución del pensamiento científico. Recuperado de: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2007a/257/#indice>
- Saaty, T. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*. 1(1): 83-98.

Soto, A. (2017). Comunicación Personal. Cooperativa de productores de leche Dos pinos. Alajuela, Costa Rica.

USDA. (s.f). Project Complexity Matrix. Recuperado de:
www.fsa.usda.gov/Internet/FSA_File/pm_proj_complexity_mtrx_form.doc

Vargas, R. (2012). Utilizando el Proceso Analítico Jerárquico (PAJ) para seleccionar y priorizar proyectos en una cartera. Recuperado de:
http://www.ricardo-vargas.com/wp-content/uploads/downloads/articles/ricardo_vargas_ahp_project_selection_es.p.pdf

Vidal, L.; Marle, F.; Bocquet.; J. (2011). Measuring project complexity using the Analytic Hierarchy Process. International Journal of Project Management 29 (6): 718-727.

8 ANEXOS

Anexo 1: ACTA DEL PFG

ACTA DEL PROYECTO	
Fecha de firma del Acta	Nombre de Proyecto
06/10/2017	Propuesta de diseño de una metodología para la categorización de los proyectos de Investigación y Desarrollo en una empresa procesadora de lácteos y bebidas.
Áreas de conocimiento / procesos	Area de aplicación (Sector / Actividad)
<p>Grupos de Procesos: iniciación, planeación, ejecución, monitoreo y cierre</p> <p>Áreas de conocimiento: gestión de integración, gestión de tiempo, gestión de costos, gestión del alcance, gestión de los involucrados, gestión de recursos humanos, gestión de riesgos, gestión de comunicaciones, gestión de calidad.</p> <p>No se incluye el área de gestión de adquisiciones ya que se estima no se realizará ninguna compra para la elaboración del trabajo</p>	<p>Alimentos</p> <p>Investigación y Desarrollo</p> <p>Proyectos</p>
Fecha tentativa de inicio del proyecto	Fecha tentativa de finalización del proyecto
20/11/2017	25/04/2018
Objetivos del proyecto (general y específicos)	
<p>Objetivo general</p> <p>Diseñar una metodología para la categorización de los proyectos de Investigación y Desarrollo en una empresa procesadora de lácteos y bebidas, con el fin de obtener criterios objetivos para la asignación de los recursos y más eficacia en el establecimiento de planes de proyecto.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>1 Llevar a cabo una revisión bibliográfica que permita establecer las bases para el desarrollo de la metodología de clasificación de los proyectos de Investigación y Desarrollo.</p> <p>2 Establecer los requerimientos para el diseño de la herramienta de acuerdo a las necesidades actuales del departamento de Investigación y desarrollo de la empresa.</p> <p>3 Desarrollar una metodología de categorización de proyectos que contemple en sus entradas criterios</p>	

predefinidos de manera que se pueda clasificar cada proyecto de acuerdo a dichos criterios.

4 Establecer un plan de implementación para guiar la puesta en funcionamiento de la metodología de categorización.

Justificación o propósito del proyecto (Aporte y resultados esperados)

Actualmente el departamento de Investigación y desarrollo cuenta con la necesidad real de establecer una categorización de los proyectos que le son asignados de manera que la Gerencia pueda establecer prioridades y nivelar las cargas de trabajo entre sus colaboradores.

Existe en la empresa un comité de Innovación que aprueba en un alto nivel los proyectos para lanzamientos de nuevos productos en sus diferentes fases. Se estima que el departamento de Investigación y Desarrollo es responsable en un 70-80% de las actividades de trabajo para este tipo de proyectos y realiza un diagnóstico inicial de la complejidad del proyecto que se incluye en los casos de negocio. Además este departamento también participa activamente en proyectos más complejos que incluyen la búsqueda y evaluación de nuevas tecnologías y también propuestas e implementación de iniciativas de ahorro.

Entre los beneficios que se esperan obtener de la creación e implementación de una metodología de categorización de proyectos se citan:

- Hará del diagnóstico inicial de la complejidad de un proyecto, que Investigación y desarrollo debe incluir en los casos de negocio, un proceso más controlado y estandarizado.
- Permitirá establecer cronogramas y presupuestos más realistas de acuerdo al tipo de proyecto.
- Se asignarán los recursos del departamento más objetiva y eficientemente.
- Se podrán establecer fácilmente similitudes y diferencias entre los proyectos presentes y los ejecutados en el pasado. Esto conlleva a una gestión más asertiva.
- Una administración eficaz de proyectos permitirá cumplir las estrategias y además aprovechar las ventajas competitivas de la Cooperativa.

Descripción del producto o servicio que generará el proyecto – Entregables finales del proyecto

El producto final consiste en la creación de una metodología de categorización para los proyectos de Investigación y Desarrollo, que contemple los requerimientos del departamento e incluya la definición de criterios pertinentes. Los entregables específicos son los siguientes:

- Documento sobre revisión bibliográfica
- Registro de necesidades del departamento de IyD para la clasificación de sus proyectos
- Metodología de clasificación de proyectos
- Plan de implementación de la metodología en la empresa, incluyendo un taller de capacitación para los desarrolladores de producto.

Supuestos

1. Hay suficiente información tanto pública como propia de la empresa y la universidad para poder establecer la herramienta de clasificación de proyectos que se desea.
2. La información recopilada para la elaboración del plan de proyecto proviene de fuentes confiables tanto dentro como fuera de la organización.
3. El proyecto puede ser ejecutado y entregado en 5 meses.
4. Se contará con el apoyo de la Gerencia de Investigación para la definición de los criterios técnicos más relevantes que formaran parte de la herramienta.
5. Una sola persona es capaz de investigar, planificar y ejecutar el trabajo del proyecto de graduación.

Restricciones

1. La herramienta será desarrollada para el departamento de Investigación y Desarrollo.
2. Se contará con 5 meses para ejecutar el trabajo y presentar los entregables tanto a la Gerencia de la empresa y al comité evaluador de la Universidad.
3. No hay presupuesto para acceder a recursos que no sean de carácter público o propios de la empresa o de la universidad.

Identificación de riesgos

Principales riesgos identificados.

1. Una estimación de las duraciones de las actividades poco realista generará retrasos que impactarán negativamente el cronograma del proyecto.
2. La subestimación o sobreestimación de la importancia de alguno de los criterios de la herramienta u omisión de criterios necesarios en la misma, conllevarán a resultados de categorización que no correspondan a la realidad de los proyectos lo que afectaría el alcance y la calidad de los entregables.
3. Una mala asignación de recursos de trabajo generará atrasos con respecto a la línea base del cronograma lo que afectaría negativamente la fecha de entrega del proyecto.
4. Es posible que se vuelva indispensable el acceso a información no gratuita para el desarrollo de la herramienta, lo que representaría gastos no presupuestados que afectarían la línea base de costos.
5. La colaboración de otras áreas técnicas de la empresa, como producción o aseguramiento de calidad, permitiría establecer criterios más robustos lo que mejoraría la calidad de la herramienta a desarrollar.

Presupuesto

Se estima un presupuesto aproximado de 1.500.000 colones (\$2586), según se detalla:

Servicios profesionales = 1.380.000 colones (\$2380)

Materiales y refrigerio taller de capacitación = 70.000 colones (\$120)

Copias en físico del TFG = 50.000 colones (\$86)

Principales hitos y fechas

Nombre hito	Fecha inicio	Fecha final
Entrega de revisión bibliografica	05/12/2017	20/12/2017
Lista de requerimientos definida y aprobada	09/01/2018	24/01/2018
Metodología de categorización definida	25/01/2018	09/02/2018
Plan de implementación redactado	12/02/2018	27/02/2018

Información histórica relevante

El proyecto se desarrollará como una propuesta para la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos, que está integrada por más de 1.900 asociados productores y trabajadores, y cuenta con más de 4.900 colaboradores en la región de Centroamérica y el Caribe. La principal línea de negocio de la Cooperativa es el procesamiento de productos lácteos y bebidas, por lo que constantemente se están lanzando al mercado regional nuevos productos para desarrollar y fortalecer el liderazgo en innovación.

Dentro del departamento de Investigación y desarrollo se han realizado esfuerzos pasados para tratar de establecer una clasificación de los proyectos. No obstante estos esfuerzos han sido más de carácter práctico y se cree es necesario contar con una herramienta más robusta que se apoye más en una investigación formal y en las buenas prácticas de gestión de proyectos.

Identificación de grupos de interés (involucrados)

Involucrados Directos:

Gerente de Investigación y Desarrollo (Patrocinador del proyecto)

Investigador de Producto Senior (Director del proyecto)

Involucrados Indirectos:

Director de Mercadeo e Investigación

Comité de innovación de la empresa

Investigadores de producto

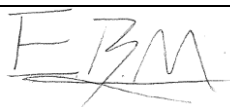
Jefaturas técnicas de producción

Equipo de lanzamientos

Líder de Innovación IyD

Director de proyecto:
Esteban Boza Méndez.

Firma:



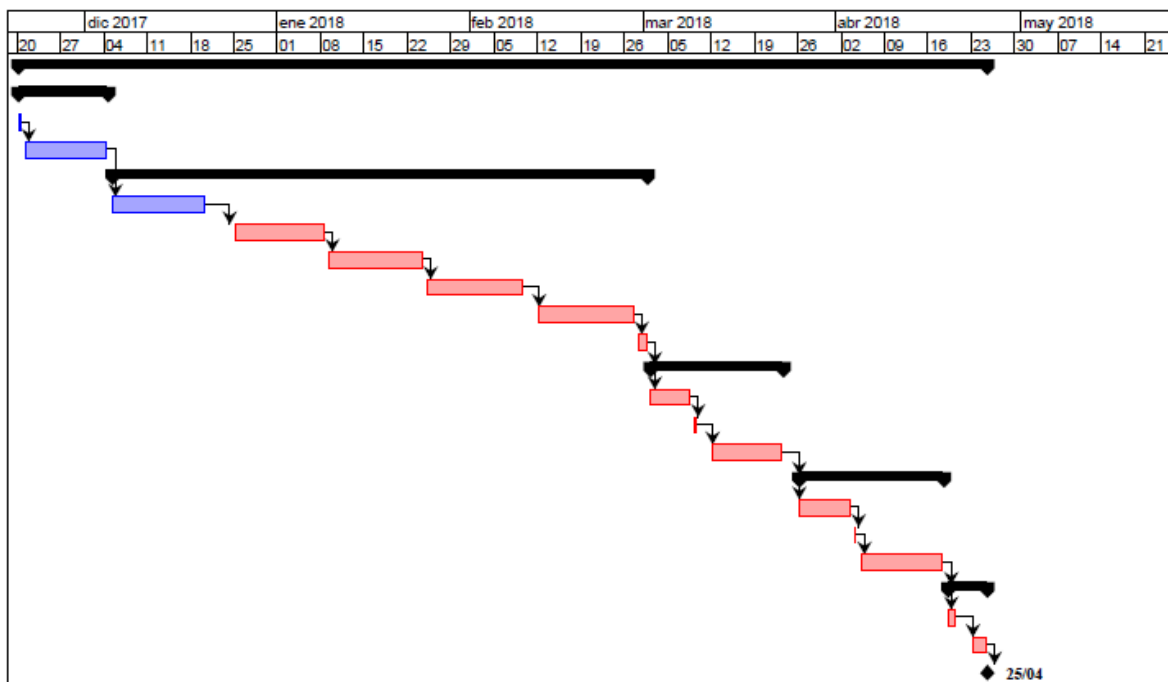
Autorización de:
Yorlenny Hidalgo M.

Firma:

Anexo 2: EDT del Proyecto Final de Graduación (PFG)

Anexo 3: CRONOGRAMA PFG

Nombre	Duración	Inicio	Terminado
1 PFG	113 days	20/11/17 08:00 AM	25/04/18 05:00 PM
1.1 Inicio PFG	11 days	20/11/17 08:00 AM	4/12/17 05:00 PM
1.1.1 Inicio de tutoría	1 day	20/11/17 08:00 AM	20/11/17 05:00 PM
1.1.2 Documentos iniciales	10 days	21/11/17 08:00 AM	4/12/17 05:00 PM
1.2 Avances	63 days	5/12/17 08:00 AM	1/03/18 05:00 PM
1.2.1 Avance 1	12 days	5/12/17 08:00 AM	20/12/17 05:00 PM
Período de vacaciones	11 days	24/12/17 08:00 AM	8/01/18 05:00 PM
1.2.2 Avance 2	12 days	9/01/18 08:00 AM	24/01/18 05:00 PM
1.2.3 Avance 3	12 days	25/01/18 08:00 AM	9/02/18 05:00 PM
1.2.4 Avance 4	12 days	12/02/18 08:00 AM	27/02/18 05:00 PM
1.2.5 Aprobación tutor	2 days	28/02/18 08:00 AM	1/03/18 05:00 PM
1.3 Lectores	16 days	2/03/18 08:00 AM	23/03/18 05:00 PM
1.3.1 Asignación	5 days	2/03/18 08:00 AM	8/03/18 05:00 PM
1.3.2 Envío de PFG	1 day	9/03/18 08:00 AM	9/03/18 05:00 PM
1.3.3 Informe de revisión	10 days	12/03/18 08:00 AM	23/03/18 05:00 PM
1.4 Tutorías de ajuste	18 days	26/03/18 08:00 AM	18/04/18 05:00 PM
1.4.1 Correcciones PFG	7 days	26/03/18 08:00 AM	3/04/18 05:00 PM
1.4.2 Envío	1 day	4/04/18 08:00 AM	4/04/18 05:00 PM
1.4.3 Segunda revisión lectores	10 days	5/04/18 08:00 AM	18/04/18 05:00 PM
1.5 Evaluación	5 days	19/04/18 08:00 AM	25/04/18 05:00 PM
1.5.1 Aprobación lectores	2 days	19/04/18 08:00 AM	20/04/18 05:00 PM
1.5.2 Calificación	3 days	23/04/18 08:00 AM	25/04/18 05:00 PM
1.5.3 Aprobación final PFG	0 days	25/04/18 05:00 PM	25/04/18 05:00 PM



Anexo 4: Cuestionario Web para establecer criterios y sub-criterios de complejidad

1. Desde su perspectiva como administrador de proyectos de IyD, cite los principales factores que según su criterio definen la complejidad de los proyectos que administra.

2. A continuación se enlistan criterios para evaluar la complejidad del contexto para la realización de proyectos. Seleccione en la escala que se le presenta el grado de relevancia de estos criterios (qué tanto impacto tienen en la complejidad) para los proyectos que usted administra regularmente.

Criterios	1	2	3	4	5	No aplica
Ubicación geográfica del proyecto						
Ubicación de los miembros del equipo						
Dependencias externas a la organización						
Regulaciones aplicables a los productos						
Complejidad de relaciones dentro y fuera del equipo						
Alineación con aspectos de la estrategia organizacional						
Condiciones del mercado (ej. precios, competencia)						

1 = Poco relevante 2= más o menos relevante 3= relevante 4= muy relevante 5= crítico

Otros:

3. A continuación se enlistan algunos criterios para evaluar la complejidad técnica de los proyectos. Seleccione en la escala que se le presenta el grado de relevancia de estos criterios (qué tanto impacto tienen en la complejidad) para los proyectos que usted administra.

Criterios	1	2	3	4	5	No aplica
Incertidumbre tecnológica (variedad y tipo de tecnologías a emplear)						
Grado de innovación en producto o proceso						
Experiencia previa del equipo						
Requerimientos técnicos familiares						
Número y tamaño de pruebas de escalamiento necesarias						
Disponibilidad comercial de nuevos materiales aprobados para uso en planta						
Riesgos técnicos						

1 = Poco relevante 2= más o menos relevante 3= relevante 4= muy relevante 5= crítico

Otros:

4. Abajo se enlistan algunos criterios para evaluar la complejidad organizacional de los proyectos en general. Seleccione en la escala que se le presenta el grado de relevancia de estos criterios (qué tanto impacto tienen en la complejidad) para los proyectos que usted administra.

Criterios	1	2	3	4	5	No aplica
Ambigüedad en la definición del alcance del proyecto						
Fecha de entrega o "Urgencia"						

Presupuesto disponible para el proyecto						
Disponibilidad de recursos humanos y material						
Involucramiento de interesados (necesidades de comunicación)						
Tamaño del proyecto (en términos de valor)						

1 = Poco relevante 2= más o menos relevante 3= relevante 4= muy relevante 5= crítico

Otros:

5. A continuación se enlistan tres factores macro que afectan el grado de complejidad para la administración de proyectos. Seleccione en la escala que se le presenta el grado de relevancia de estos factores (qué tanto impacto tienen en la complejidad) para los proyectos que usted administra regularmente.

Criterios	1	2	3	4	5	No aplica
Factores organizacionales						
Contexto						
Complejidad técnica						

1 = Poco relevante 2= más o menos relevante 3= relevante 4= muy relevante 5= crítico

Anexo 5: Matrices de comparación pareada de los sub-criterios de complejidad de cada criterio o factor macro del PAJ.

Criterio: Complejidad técnica

	Incert Tecn	Grado Innov.	Riesgo Técnico	Exp. Equip	Nec. Entre.	Req. Técn.	Nuev. Mat.	Prueb. Escala.
Incert Tecn	1	2	3	3	3	4	4	5
Grado Innov.	1/2	1	2	3	3	3	3	5
Riesgo Técnico	1/3	1/2	1	1	1	3	3	4
Exp. Equip	1/3	1/3	1	1	1	1	1	3
Nec. Entre.	1/3	1/3	1	1	1	1	1	3
Req. Técn.	1/4	1/3	1/3	1	1	1	1	2
Nuev. Mat.	1/4	1/3	1/3	1	1	1	1	2
Prueb. Escala.	1/5	1/5	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1
Total	3.20	5.03	8.92	11.33	11.33	14.50	14.50	25.00

Nota: Razón de consistencia RC= 0.02

Criterio: Factores organizacionales

	Fecha entreg	Alcanc.	Recur. Disp.	Presu. Disp.	Num. Tareas	Invol Inters	Tam. Proy.	Tam. Equipo
Fecha entreg	1	3	3	3	3	4	5	6
Alcanc.	1/3	1	1	1	1	3	3	5
Recur. Disp.	1/3	1	1	1	1	3	3	5
Presu. Disp.	1/3	1	1	1	1	1	3	3
Num. Tareas	1/3	1	1	1	1	1	3	3
Invol Inters	1/4	1/3	1/3	1	1	1	1	3
Tam. Proy.	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	3
Tam. Equipo	1/6	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1
Total	2.95	7.87	7.87	8.67	8.67	14.33	19.33	29.00

Nota: Razón de consistencia RC= 0.03

Criterio: Contexto

	Alin Estrategia	Cond. Merc	Reg aplica	Nuev Caract	Dep. Extern	Compl Relac.	Ubic. Miem	Ubic Geog
Alin Estrategia	1	2	3	3	3	3	5	5
Cond. Merc	1/2	1	2	3	3	3	5	5
Reg aplica	1/3	1/2	1	2	3	3	3	5
Nuev Caract	1/3	1/3	1/2	1	1	1	3	3
Dep. Extern	1/3	1/3	1/3	1	1	1	3	3
Compl Relac.	1/3	1/3	1/3	1	1	1	3	3
Ubic. Miem	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1	3
Ubic Geog	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1
Total	3.23	4.90	7.70	11.67	12.67	12.67	23.33	28.00

Nota: Razón de consistencia RC= 0.04

Anexo 6: Plantilla para registro de lecciones aprendidas

Proyecto: Plan de implementación metodología de categorización de proyectos			
Director de proyecto:			
Fecha de inicio:		Fecha de conclusión:	
Número de lección aprendida:			
Descripción de la lección aprendida:			
Entregable afectado:			
Descripción del problema	Causa raíz	Acciones correctivas	Resultado obtenido