



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL

ELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE DIRECCIÓN DE PROYECTOS POR EL MÉTODO AHP

Autor:

Baeza Sanz, Luis

Tutor:

Pajares Gutiérrez, Javier

**Departamento: Organización
de Empresas y
Comercialización e
Investigación de Mercados**

Valladolid, Julio y 2017.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Resumen y palabras clave

(ABSTRACT and KEY WORDS)

Resumen

Existen diversas metodologías de dirección de proyectos, unas muy basadas en la planificación ex-ante (como PMI, PRINCE2, ISO 21500, etc) y otras que se han desarrollado basándose en iteraciones realizadas durante el ciclo de vida del proyecto, como son las denominadas metodologías ágiles.

Aunque en la literatura de dirección de proyectos hay defensores y detractores de ambas, no se han desarrollado métodos sistemáticos que permitan racionalizar su elección. Por ello, este TFG está dedicado al desarrollo de un método para la resolución de problemas de dirección de proyectos, centrándonos en la integración de las diferentes metodologías que existen actualmente y en la elección de la mejor de ellas para un proyecto concreto. Está orientado a la resolución práctica de problemas reales de dirección de proyectos. Más concretamente nos centraremos en la creación de unos criterios para facilitar la elección de la metodología más adecuada a utilizar en nuestro proyecto, así como un programa Excel basado en el método AHP (Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierchic Process, AHP)) de decisión multicriterio para apoyar nuestra decisión. Se estudiarán diferentes modelos de proyectos y las metodologías que están siendo utilizadas, y analizaremos el proyecto en sí para determinar la elección de la metodología óptima a emplear para dirigir el proyecto.

Palabras clave

Metodología, Tradicional, Ágil, Evaluación de Proyectos, Selección de metodologías, Planificar.

Abstract

There are several project management methodologies, some based on ex ante planning (such as PMI, PRINCE2, ISO 21500, etc.) and others that have been developed based on the realizations during the project life cycle, such as those Agile methodologies.

Although in the project management literature there are proponents and detractors of both, no systematic methods have been developed to rationalize their choice. Therefore, this TFG is dedicated to the development of a method for solving problems of project management, focusing on the integration of the different methodologies that currently exist and choosing the best one for a specific project. It is oriented to the resolution of real problems of direction of projects. More specifically we will focus on the creation of criteria to facilitate the choice of the methodology most appropriate to the use of our project, as well as an Excel program based on the AHP multi-criteria decision method to support our decision. We will study different project models and the methodologies used, and analyze the project itself to determine the choice of the methodology of a project to direct the project.

Key words

Methodology, Traditional, Agile, Project Evaluation, Selection of methodologies, Planning.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Índice

Índice

Resumen y palabras clave.....	1
Resumen	2
Palabras clave.....	2
Abstract	3
Key words	3
Índice.....	5
Introducción.....	13
Antecedentes y justificación del proyecto.....	14
Objetivos del proyecto	15
Alcance del proyecto	15
Metodología	16
Estructura de la memoria	16
1 Metodologías Tradicionales	19
Introducción	20
¿Qué es un proyecto?	20
Ciclo de vida de un proyecto:	20
Evaluación de proyectos:.....	23
1.1 Definición	23
1.2 Tipos de metodologías tradicionales.....	24
1.2.1 PMI (PMBOK).....	24
1.2.2 PRINCE2.....	26
1.2.3 ISO 21500	28
1.2.4 IPMA (ICB/NCB).....	30
1.2.5 MSF (Microsoft Solution Framework)	31
1.2.6 RUP (Rational Unified Procces)	34
1.2.7 Metodología de Cadena crítica.....	37
2 Metodologías Ágiles.....	41
2.1 Definición	42
2.2 Fases del enfoque de gestión de proyectos ágiles	43
2.3 Manifiesto ágil	44
2.4 Características básicas de los proyectos con metodologías ágiles. ..	45

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

2.5	Tipos de metodologías ágiles	47
2.5.1	SCRUM	48
2.5.2	XP o Extreme Programming.....	50
2.5.3	Desarrollo Ligerero o “Lean”.....	52
2.5.4	Adaptative Software Development.....	52
2.5.5	Dynamic Systems Development Method.....	54
2.5.6	Agile Project Management.....	56
2.6	Beneficios de aplicar la Metodología Ágil.....	57
2.7	Conclusiones.....	59
3	Comparación metodologías tradicionales y ágiles	61
3.1	Introducción	62
3.2	Elección del estilo de gestión: ¿Tradicional o ágil?.....	64
3.3	Ventajas y desventajas de las metodologías tradicionales	66
3.3.1	Ventajas.....	66
3.3.2	Desventajas.....	67
3.4	Ventajas y desventajas de las metodologías ágiles.....	68
3.4.1	Ventajas de Ágil.....	68
3.4.2	Desventajas de Ágil.....	69
3.5	Tablas comparativas entre metodologías tradicionales y ágiles	70
3.5.1	Tablas comparativas.....	71
4	Metodología AHP.....	79
4.1	Introducción	80
4.2	Fundamento del método.....	81
4.3	Ventajas.....	82
4.4	Base matemática y establecimiento de prioridades.....	83
4.4.1	Comparaciones pareadas.....	83
4.4.2	Matriz de comparaciones pareadas	84
4.4.3	Síntesis.....	85
4.4.4	Procedimiento para sintetizar juicios.....	86
4.4.5	Matriz de prioridades.....	86
4.4.6	Consistencia	87
4.5	Preparación y organización para aplicar el AHP.....	90

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

4.5.1	Definición de los participantes.....	90
4.5.2	Información requerida	91
4.5.3	Tiempo y otros recursos asociados con el proceso	91
4.6	Esquema metodológico del AHP.....	92
4.6.1	Estructuración del modelo jerárquico.....	92
4.6.2	Evaluación del modelo.....	96
4.6.3	Resultado final	97
4.6.4	Síntesis.....	97
4.6.5	Análisis de sensibilidad	98
5	Aplicación de AHP para la elección de la metodología para dirigir el proyecto - supuesto empresa software.....	101
5.1	Introducción	102
5.2	Implementación y supuesto a resolver	102
5.2.1	Esquema explicativo	105
5.3	Datos de la compañía software y de las alternativas	105
5.4	Implementación AHP	110
6	Aplicación de AHP para la elección de la metodología para dirigir el proyecto - supuesto empresa de construcción (puente)	117
6.1	Introducción	119
6.2	Implementación y supuesto a resolver	119
6.2.1	Esquema explicativo	122
6.3	Datos de la compañía constructora y de las alternativas.....	123
6.4	Implementación AHP	125
7	Conclusiones y evolución en el futuro.....	133
7.1	Conclusiones.....	134
7.1.1	Conclusión final.....	134
7.2	Evolución en el futuro.....	135
8	Estudio económico	137
8.1	Introducción	138
8.1.1	Costes directos y costes indirectos.....	138
8.1.2	Costes fijos y costes variables.....	139
8.1.3	Criterio de clasificación de los costes de este proyecto.....	139
8.2	Costes directos	140

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

8.2.1	Coste del personal	141
8.2.2	Costes de los equipos.....	143
8.2.3	Costes de materiales consumibles	146
8.3	Costes indirectos	147
8.4	Costes totales del proyecto.....	148
9	Bibliografía	151

Índice de ilustraciones

Todas las ilustraciones de los capítulos 5, 6, 7 y 8 son de elaboración propia.

Ilustración 1-1. Introducción. Ciclo de vida de un proyecto. Extraída de PMI (2015).....	23
Ilustración 1-2. Procesos y áreas de conocimiento. Extraída de AulaFacil	25
Ilustración 1-3. Modelo de diagrama de proceso. Extraída de Management Plaza.....	27
Ilustración 1-4. Icono de la norma UNE-ISO 21500. Extraída de ISO21500 2017	28
Ilustración 1-5. Tipos de competencias del enfoque IPMA. Extraída de IPMA 2014	30
Ilustración 1-6. Ciclo de vida del Proyecto de la metodología MSF. Extraída de MSF 2010.....	34
Ilustración 1-7. Esfuerzo en actividades según fase del proyecto. Extraída de Wikipedia	35
Ilustración 1-8. Ejemplo de metodología de la cadena crítica. Extraída de recursos en project management	37
Ilustración 2-1. Las 5 fases de las metodologías ágiles. Extraída de simplearn.....	43
Ilustración 2-2. Proceso de la metodología Scrum. Extraída de cryptodevelopments.....	50
Ilustración 2-3. Planeamiento/realimentación del proceso de la metodología XP. Extraída de agilelucero	51
Ilustración 2-4. Proceso de la metodología ASD. Extraída de ingenieríadesoftware	53
Ilustración 2-5. Modelo de la metodología DSDM. Extraída de Wikipedia.....	54
Ilustración 2-6. Base de la metodología APM. Extraída de smartsheet	57
Ilustración 3-1. Diferencias entre metodologías ágiles y tradicionales. Extraída de wordpress	70
Ilustración 3-2. Tabla de diferencias entre metodologías ágiles y tradicionales (elaboración propia).....	72
Ilustración 3-3. Tabla comparativa entre la metodología RUP y XP. Fuente: Ticona Condori, 2014	73
Ilustración 3-4. Tabla comparativa entre ágil y tradicional en función de unos criterios. Elaboración propia.....	74
Ilustración 3-5. Criterios elegidos para comparar metodologías. Elaboración propia	75
Ilustración 4-1. Clasificación de métodos multiatributo. Extraída de Chen y Hwang 1992.....	80

Ilustración 4-2. Clasificación de los métodos en función de su procedimiento. Extráido de Roy Bouyssou 1993	81
Ilustración 4-3. Escala de preferencias del método AHP. Elaboración propia a partir de los conocimientos adquiridos	84
Ilustración 5-1. Metodologías a comparar para el software	104
Ilustración 5-2. Criterios a tener en cuenta para las metodologías de proyectos.....	104
Ilustración 5-3. Esquema explicativo. Elaboración propia	105
Ilustración 5-4. Tabla de valores de las metodologías para cada criterio	109
Ilustración 5-5. Esquema de los 5 pasos a seguir para realizar el método AHP.....	109
Ilustración 5-6. Tabla de valores de los criterios para el software	111
Ilustración 5-7. Tabla de valores del criterio perspectiva para el cambio, del software	112
Ilustración 5-8. Tabla para el criterio: perspectiva para el cambio (software).....	113
Ilustración 5-9. Tabla para el criterio: perspectiva para el cambio normalizado (software).....	113
Ilustración 5-10. Matriz de correlaciones para el proyecto software	115
Ilustración 5-11. Solución AHP jerarquizada para el software	115
Ilustración 6-1. Tabla de las metodologías a comparar.....	120
Ilustración 6-2. Criterios para las metodologías	121
Ilustración 6-3. Esquema explicativo. Elaboración propia	122
Ilustración 6-4. Esquema de los 5 pasos a seguir para realizar el método AHP.....	123
Ilustración 6-5. Tabla de valores de las metodologías para cada criterio	125
Ilustración 6-6. Tabla de valores de los criterios para el puente.....	126
Ilustración 6-7. Tabla de valores del criterio perspectiva para el cambio, del puente.....	127
Ilustración 6-8. Tabla para el criterio: perspectiva para el cambio (puente)	127
Ilustración 6-9. Tabla para el criterio: perspectiva para el cambio normalizada (puente).....	128
Ilustración 6-10. Matriz de correlaciones para el proyecto puente	130
Ilustración 6-11. Solución AHP jerarquizada para el puente	130
Ilustración 8-1. Tabla del número de horas efectivas del personal	141
Ilustración 8-2. Tabla de coste del personal	142
Ilustración 8-3. Tabla del número de horas invertidas en el proyecto	143
Ilustración 8-4. Tabla de coste total del personal.....	143
Ilustración 8-5. Tabla de costes y amortización de equipos	145
Ilustración 8-6. Tabla de costes totales de materiales	146
Ilustración 8-7. Tabla de coste total directo.....	147
Ilustración 8-8. Costes indirectos	147
Ilustración 8-9. Tabla de coste total del proyecto	148

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Introducción

Antecedentes y justificación del proyecto

En la actualidad, las organizaciones están inmersas en un mercado dinámico, con continuos cambios tecnológicos y elevada competencia, lo que hace que las empresas tengan que estar en continua evolución adaptándose a los cambios. La adaptación a este entorno tan dinámico se lleva a cabo por proyectos, por lo que las organizaciones y las empresas están cada vez más relacionadas.

Hoy en día la dirección de proyectos es más importante que nunca, porque hay un aumento en la velocidad en la toma de decisiones y cambios de todo tipo en la sociedad, y mediante los proyectos empresariales, se dan las soluciones para solucionar los problemas existentes, y así, la sociedad pueda evolucionar hacia el futuro.

Si una empresa necesita innovar, lo llevará a cabo mediante proyectos de innovación. Si necesitan nuevos productos o servicios, lo harán mediante proyectos de desarrollo, o si por ejemplo, necesitan una reorganización para así adaptarse, lo harán por proyectos de mejora. Es decir, las organizaciones utilizan los proyectos para gestionar los cambios necesarios para adaptarse a estos mercados. Los proyectos son sistemas fundamentales de generación de valor para las empresas.

Para que un proyecto tenga éxito es importante que la metodología de dirección del proyecto sea la más adecuada. Es por esto que es necesario desarrollar un método que nos ayude a elegir la metodología de dirección de proyectos a utilizar en cada caso. Esta es la razón del TFG en cuestión, y el problema a solventar: la elección de la metodología de dirección de proyectos para cada proyecto en concreto. Es necesario usar un método de toma de decisiones multicriterio. Uno de los mejores métodos para llevar a cabo esta elección es el Proceso Analítico Jerárquico o más comúnmente conocido como AHP. Este es un método de decisión multicriterio que desde que Thomas L. Saaty lo desarrolló en la década de los 80 se ha usado en infinidad de ocasiones para distintos fines.

La innovación que presento para este TFG es una implementación del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) orientado al ámbito de dirección de proyectos, para intentar abordar la problemática por completo y tomar la decisión sobre la metodología a utilizar de la mejor manera posible.

Objetivos del proyecto

El objetivo principal de este TFG es desarrollar una herramienta para la elección de la metodología de dirección de proyectos a utilizar en un determinado proyecto mediante un programa en Excel basado en el método de toma de decisiones multicriterio Proceso Análisis Jerárquico (AHP), teniendo en cuenta la estrategia más pura de la empresa.

Hay que poner en conocimiento del lector o usuario que para poder evaluar los proyectos y las metodologías, y jerarquizarlos, los tenemos que comparar en una misma escala con la finalidad de que lo que obtengamos sea homogéneo. Así podremos llevar a cabo una jerarquización de la metodología a llevar a utilizar para un proyecto determinado.

A parte se desarrollarán otros objetivos adicionales a este principal:

- Conocer qué implica la evaluación y dirección de proyectos. Análisis de las distintas técnicas y metodologías.
- Ventajas y desventajas de los distintos métodos de dirección de proyectos.
- Conocer qué es la gestión ágil de proyectos, procesos y metodología.
- Desarrollar una implementación en Excel de la metodología AHP con programación matemática previa. Estudios de sensibilidad con los pesos.
- Elaborar un estudio económico del TFG

Alcance del proyecto

El alcance de este trabajo es que un posible usuario o empresa pueda elegir según convenga la metodología que mejor se le adapte a su problemática. Dicho en otras palabras se va a tratar de conectar la estrategia de la compañía con la parte operativa de la misma.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Para realizar dicho trabajo, he tenido que hacer una investigación exhaustiva utilizando la bibliografía para buscar trabajos en donde se hable de metodologías de Dirección de proyectos y cuándo se pueden aplicar. Con ello, tomo las variables y factores más importantes a la hora de evaluar un proyecto. Una vez definidas, asignamos unos valores a las variables para poder evaluar el proyecto concreto que queremos llevar a cabo. Por último, para elegir la metodología más adecuada de Dirección de proyectos propongo un método de decisión multicriterio como es el AHP, añadiendo la información proporcionada por la empresa sobre el proyecto en concreto.

Metodología

Se ha implementado en Excel porque es una herramienta claramente enfocada a la alta dirección de las empresas para que puedan tomar decisiones en cuanto a qué proyectos pueden ser los que mejor se alineen con su estrategia.

Es por eso que elegí Excel porque es un software potente pero a la vez sencillo de manejar y entendible por una extensa mayoría.

Además esto hace que la implementación sea mucho más accesible y flexible desde el punto de vista didáctico y académico.

Estructura de la memoria

- Primero se ha elaborado un resumen de lo que se ha tratado de desarrollar en este TFG, es lo que conocemos comúnmente en los artículos como Abstract.
- A continuación se ha hecho un índice para estructurar la información y crear la posibilidad de ver si el TFG está equilibrado o no.
- Introducción: El siguiente paso ha sido el desarrollo de una introducción que dé pie al grueso del TFG en sí, donde se presenta el tema, se justifica el trabajo y se plantean los objetivos.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

- Después se han ido desarrollando cada uno de los capítulos (Capítulo 1 - Capítulo 8)
- Capítulo 1: Metodologías tradicionales. Es una recopilación de información sobre las metodologías tradicionales, los tipos que hay y sus características.
- Capítulo 2: Metodologías ágiles. En este capítulo se desarrollan las metodologías con un enfoque ágil, así como sus características y funcionamiento.
- Capítulo 3: Comparación metodologías. Se enfrentan los contenidos desarrollados en los capítulos 1 y 2, hablando de las ventajas y desventajas de cada enfoque (ágil y tradicional).
- Capítulo 4: Metodología AHP. Es una recopilación de información sobre el funcionamiento y puesta en práctica y desarrollo del método de toma de decisiones multicriterio Proceso Análisis Jerárquico o AHP.
- Capítulo 5: Aplicación de AHP para la elección de la metodología para dirigir el proyecto. Se explica cómo se ha desarrollado el Excel de toma de decisiones basado en el AHP, para elegir la metodología de un proyecto. Se desarrolla un supuesto de una empresa de software que quiere realizar un proyecto nuevo. Aquí ponemos en práctica el programa Excel, explicando el proceso y sus resultados.
- Capítulo 6: Aplicación de AHP para la elección de la metodología para dirigir el proyecto. Se explica cómo se ha desarrollado el Excel de toma de decisiones basado en el AHP, para elegir la metodología de un proyecto. Se desarrolla un supuesto de una empresa de construcción que quiere realizar un proyecto de un puente. Aquí ponemos en práctica el programa Excel, explicando el proceso y sus resultados.
- Capítulo 7: Conclusiones. Se han sacado unas conclusiones generales de lo expuesto en los capítulos 1-5.
- Capítulo 8: Estudio económico. Se ha realizado el análisis económico del TFG.
- Por último se ha elaborado una bibliografía de los artículos consultados para la elaboración del TFG

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

1 Metodologías Tradicionales

Introducción

¿Qué es un proyecto?

Según el PMBOK (Project Management Body of Knowledge), un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos implica que un proyecto tiene un principio y un final definidos. El final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto, cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto. Asimismo, se puede poner fin a un proyecto si el cliente (cliente, patrocinador o líder) desea terminar el proyecto. Que sea temporal no significa necesariamente que la duración del proyecto haya de ser corta. Se refiere a los compromisos del proyecto y a su longevidad.

Cada proyecto genera un producto, servicio o resultado único. El resultado del proyecto puede ser tangible o intangible. Sin embargo, cada proyecto de construcción es único, posee una localización diferente, un diseño diferente, circunstancias y situaciones diferentes, diferentes interesados, etc.

Los proyectos son considerados generalmente como actividades que pueden ser únicas en una compañía. Algunas compañías podrían dirigir actividades reiterativas basadas en estándares históricos.

Un proyecto puede involucrar a una única persona o a varias personas, a una única unidad de la organización, o a múltiples unidades de múltiples organizaciones. Un proyecto puede generar:

- Un producto, que puede ser un componente de otro elemento, una mejora de un elemento o un elemento final en sí mismo.
- Un servicio o la capacidad de realizar un servicio.
- Una mejora de las líneas de productos o servicios existentes.
- Un resultado, como una conclusión o un documento.

Ciclo de vida de un proyecto:

El entorno, la cultura de empresa, el objetivo, los participantes... todo puede cambiar pero existen 5 etapas que estructuran el ciclo de vida de todo proyecto:

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

1. Fase de inicio de proyecto: su objetivo es determinar la viabilidad del proyecto, definir su alcance y seleccionar al equipo que participará en su ejecución. La formación es crucial para poder elaborar:

- Un caso de negocio.
- El estudio de viabilidad.
- El plan de proyecto.
- El nombramiento del equipo de proyecto.

2. Fase de planificación: busca calcular las necesidades en base a los requerimientos, definir y terminar de perfilar los objetivos del proyecto y planear el curso de acción para lograr las metas planteadas. Contar con la formación adecuada simplifica la tarea de:

- Elaborar el plan de proyecto inicial.
- Definir el plan de comunicación.
- Determinar el modo en que se procederá a la gestión de los recursos.
- Establecer el modelo de gestión financiera.
- Diseñar el plan de gestión de calidad.
- Llevar a cabo el proyecto de evaluación y análisis de riesgos.
- Confeccionar el plan de aceptación.
- Crear el plan de compras y gestión de proveedores.

3. Fase de ejecución: en ella se lleva a cabo todo el trabajo, completando las actividades programadas, y es fundamental una buena gestión, fomentar la comunicación y llamar a la responsabilidad individual, para cumplir con los plazos y deadlines establecidos. La formación es clave en esta etapa donde la labor del Director de Proyecto es crucial para:

- Organizar el reparto de tareas.
- Llevar a cabo labores de coordinación.
- Monitorizar el consumo de presupuesto y recursos.
- Detectar desviaciones, reportarlas y aplicar las medidas correctoras que se consideren necesarias.
- Gestionar el cambio.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

4. Seguimiento y control: persigue la detección prematura de desviaciones con objeto de garantizar el mejor ajuste, reaccionando a tiempo. Trata de minimizar el riesgo y mitigarlo. Esta es la fase más crítica de todo proyecto, ya que de ella dependerá el alcanzar o no el éxito. La misión del Director de Proyecto en esta etapa no está exenta de dificultad, debido a las exigencias técnicas de su labor, que ha de apoyarse en unos sólidos conocimientos obtenidos de la formación para poder llevar a cabo:

- La aplicación de metodologías de gestión de proyectos que faciliten el seguimiento.
- La definición y el establecimiento de indicadores clave de gestión.
- Su control, ajuste y actualización.
- La elaboración de un plan de contingencias.

5. Fase de cierre de proyecto: se orienta a la valoración del proyecto, la transmisión de conocimiento y el cumplimiento de las obligaciones contractuales adquiridas. La formación de calidad hace más sencillo el paso por esta etapa, aportando directrices aplicables a:

- La planificación del cierre de proyecto.
- La evaluación de proyecto.
- El archivo y transmisión de conocimientos.
- La salida de equipos y materiaes.
- La generación y transmisión de entregables y documentación de proyecto al cliente.
- La consecución de la formalización de aceptación.

En la página siguiente se muestra una imagen ilustrativa de las fases:

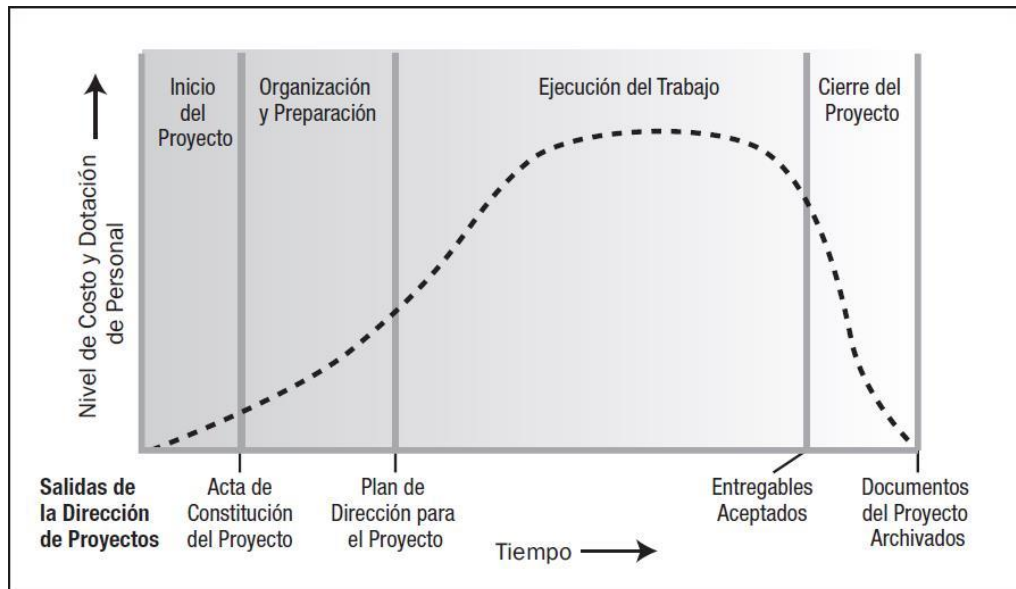


Ilustración 1-1. Introducción. Ciclo de vida de un proyecto. Extraída de PMI (2015).

Evaluación de proyectos:

Según la RAE (Real Academia Española), evaluar es: “estimar, apreciar, calcular el valor de algo”, el valor de algo concreto ni único, dependiendo lo que se valore. Calcular el valor del proyecto en cuanto al éxito que va a tener, el éxito tenido en cuanto al grado de consecución de los objetivos planteados en el proyecto, asique la evaluación general del proyecto podríamos definirla como:

- Determinar si un proyecto tiene valor para un determinado agente.

Siendo el agente cualquier persona o entidad que quisiera realizar un proyecto.

Para este proyecto, la evaluación de proyectos, consistirá en determinar si el mismo va a ser viable, tanto que se va a obtener una rentabilidad económica como que se va a poder realizar el proyecto en un determinado lugar y tiempo determinado, teniendo en cuenta la gran cantidad de factores que intervienen en el mismo y afectan y muchos de ellos no se pueden medir.

1.1 Definición

Teniendo en cuenta la filosofía de desarrollo de las metodologías, aquellas con mayor énfasis en la planificación y control del proyecto, en especificación precisa de requisitos y modelado, reciben el apelativo de Metodologías Tradicionales o Pesadas.

La idea básica detrás de este enfoque tradicional, racional y normativo es que los proyectos son relativamente simples, predecibles y lineales con límites claramente definidos, lo que facilita planificar en detalle y seguir ese plan sin muchos cambios (Fabiola, 2015).

1.2 Tipos de metodologías tradicionales

Podemos diferenciar varios tipos de metodologías dentro de las llamadas tradicionales, en función del enfoque y de cuáles son sus bases metodológicas.

Vamos a nombrar los tipos más importantes que existen actualmente.

1.2.1 PMI (PMBOK)

(PMI, 2014)

Por un lado tenemos el **Project Management Institute (PMI)**, el cual nace en Philadelphia en 1969 y que tiene como misión convertir a la dirección de proyectos en una actividad indispensable para obtener resultados en cualquier negocio. A la fecha tiene más de medio millón de asociados acreditados y certificados en más de 178 países y se ha convertido en la acreditación más requerida por las empresas para la contratación de profesionales en el área de la gerencia de proyectos (Chapter, 2016).

La base metodológica del PMI es el Project Management Body of Knowledge (PMBOK), que describe un conjunto de conocimientos y de prácticas aplicables a cualquier situación que requiera formular, las cuales han sido concebidas tras evaluación y consenso entre profesionales sobre su valor y utilidad. Tales prácticas han sido compiladas y mejoradas durante los últimos veinte años gracias al esfuerzo de profesionales y académicos de diversos ámbitos profesionales y especialmente de la ingeniería.

El PMBOK documenta la información necesaria para iniciar, planificar, ejecutar, supervisar y controlar, y cerrar un proyecto individual, e identifica los procesos de la dirección de proyectos que han sido reconocidos como buenas prácticas para la mayoría de los proyectos, la mayor parte del tiempo. Estos procesos se aplican globalmente y en todos los grupos de negocios o industriales.

Es importante interpretar el PMBOK como una metodología de por sí, sino como una guía de estándares internacionales para que los profesionales puedan adaptar a cada caso y contexto particular los procesos, reconocidos como

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

buenas practicas por el PMI que se pueden aplicar a la mayoría de los proyectos en la mayoría de los casos. (kaizenia, 2015) La importancia del PMBOK es que provee un marco de referencia formal para desarrollar proyectos, guiando y orientando a los gerentes de proyectos sobre la forma de avanzar en los procesos y pasos necesarios para la construcción de resultados y alcanzar los objetivos. Esto, por supuesto, requiere la adaptación de los contenidos del PMBOK al dominio técnico y la especificidad de cada proyecto en particular. El PMBOK se debe entender como una recopilación de buenas prácticas lo cual significa que existe un acuerdo general en que se ha comprobado que la aplicación de esos procesos de dirección de proyectos aumenta las posibilidades de éxito en una amplia variedad de proyectos (School, OBS Project Management, 2017).

El PMBOK contiene:

- 47 procesos
- 5 grupos de procesos
- 10 áreas de conocimiento

ÁREA DE CONOCIMIENTO	INICIO	PLANEACIÓN	EJECUCIÓN	MONITOREO Y CONTROL	CIERRE
INTEGRACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar el Acta de Constitución del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorear y controlar el trabajo del proyecto Realizar el control integrado de cambios 	<ul style="list-style-type: none"> Cerrar el proyecto o fase
ALCANCE		<ul style="list-style-type: none"> Planificar la Gestión del Alcance Recopilar Requisitos Definir el Alcance Crear la EDT (WBS) 		<ul style="list-style-type: none"> Validar el alcance Controlar el alcance 	
TIEMPO		<ul style="list-style-type: none"> Planificar la Gestión del Cronograma Definir las Actividades Secuenciar las Actividades Estimar los Recursos de las Actividades Estimar la Duración de las Actividades Desarrollar el Cronograma 		<ul style="list-style-type: none"> Controlar el cronograma 	
COSTOS		<ul style="list-style-type: none"> Planificar la Gestión de los Costos Estimar los Costos Determinar el Presupuesto 		<ul style="list-style-type: none"> Controlar los costos 	
CALIDAD		<ul style="list-style-type: none"> Planificar la Gestión de la Calidad 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar el Aseguramiento de Calidad 	<ul style="list-style-type: none"> Controlar la calidad 	
RECURSOS HUMANOS		<ul style="list-style-type: none"> Planificar la Gestión de los Recursos Humanos 	<ul style="list-style-type: none"> Adquirir el Equipo del Proyecto Desarrollar el Equipo del Proyecto Gestionar el Equipo del Proyecto 		
COMUNICACIONES		<ul style="list-style-type: none"> Planificar la Gestión de las Comunicaciones 	<ul style="list-style-type: none"> Gestionar las Comunicaciones 	<ul style="list-style-type: none"> Controlar las Comunicaciones 	
RIESGOS		<ul style="list-style-type: none"> Planificar la Gestión de Riesgos Identificar los Riesgos Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos Planificar la Respuesta a los Riesgos 		<ul style="list-style-type: none"> Controlar los Riesgos 	
ADQUISICIONES		<ul style="list-style-type: none"> Planificar la Gestión de las Adquisiciones 	<ul style="list-style-type: none"> Efectuar las Adquisiciones 	<ul style="list-style-type: none"> Controlar las Adquisiciones 	<ul style="list-style-type: none"> Cerrar las Adquisiciones
INTERESADOS	<ul style="list-style-type: none"> Identificar a los interesados 	<ul style="list-style-type: none"> Planificar la Gestión de los Interesados 	<ul style="list-style-type: none"> Gestionar el Involucramiento de los Interesados 	<ul style="list-style-type: none"> Controlar el involucramiento de los Interesados 	

AulaFacil.com

Ilustración 1-2. Procesos y áreas de conocimiento. Extraída de AulaFacil

1.2.2 PRINCE2

(PRINCE2, 2016)

Otra metodología tradicional para la gestión de proyectos es la denominada PRINCE2 que se deriva de un método anterior llamado PROMPTII y del método de gestión de proyectos PRINCE, cuya versión inicial se desarrolló en 1989 como encargo para el Gobierno del Reino Unido que deseaba contar con un estándar de gestión de proyectos para las tecnologías de la información. El nombre de PRINCE2 viene de las palabras en inglés “PRojects IN Controlled Environments”, es decir, proyectos en un entorno controlado. Es un método de gestión de proyectos que cubre la gestión, el control y la organización de un proyecto dentro de un marco de trabajo claramente definido.

PRINCE2 describe procedimientos para coordinar personas y actividades en un proyecto, cómo diseñar y supervisar el proyecto y los pasos a seguir si ocurre alguna desviación de lo planificado y es necesario realizar ajustes. Este método propicia la división de las tareas en etapas, lo cual permite una utilización eficiente de los recursos y un seguimiento muy ajustado a las tareas reales, que permite que el proyecto se desarrolle de una forma controlada y organizada (López E. , 2014).

Los principios de la metodología son los siguientes (Avante, 2016):

1. Justificación comercial continúa:

Se asegura de que hay un motivo justificable para iniciar el proyecto. La justificación se mantiene válida durante toda la vida del proyecto. Dicha justificación ha sido identificada, y aprobada.

2. Aprender de la experiencia:

Se recogen las experiencias anteriores, las que se van obteniendo a lo largo de la ejecución del proyecto, así como las lecciones aprendidas al cierre del mismo.

3. Roles y Responsabilidades definidos:

Asegurando que los intereses de los usuarios que van a usar el proyecto, los proveedores y el responsable del área de negocio están representados en la toma de decisiones.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

4. Gestión por Fases:

Un proyecto que sigue la metodología PRINCE2 se planifica, se supervisa y se controla fase a fase.

5. Gestión por excepción:

Es decir, delegar la autoridad suficiente de un nivel de gestión al siguiente, dándole autonomía según unas tolerancias pautadas (de tiempo, coste, calidad, alcance, beneficio y/o riesgo) de manera que, de sobrepasar la tolerancia, se consulte al nivel superior como actuar.

6. Orientación a productos:

Centra la atención en la definición y entrega de productos, es decir, un proyecto no son un conjunto de tareas a realizar, si no que entrega productos (que se elaboran tras la ejecución de las tareas que sean necesarias).

7. Adaptación:

Asegurando que la metodología PRINCE2 y los controles a aplicar se basen en el tamaño, complejidad, importancia, capacidad y nivel de riesgo del proyecto.

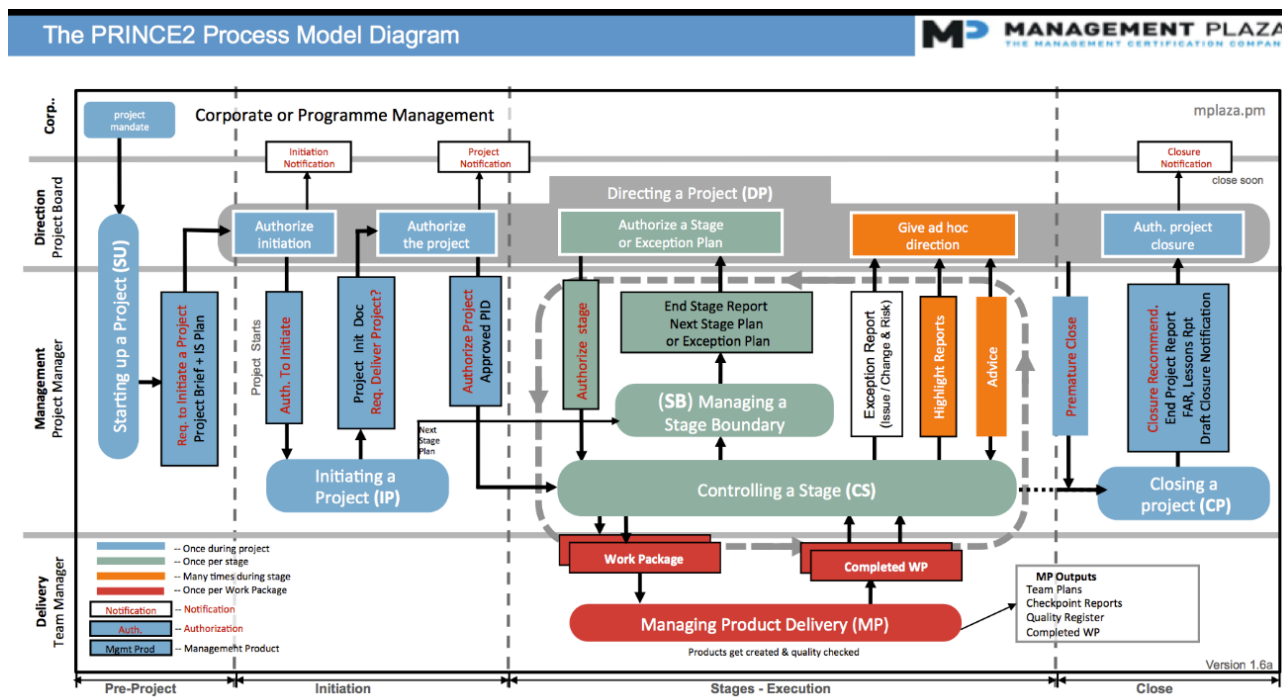


Ilustración 1-3. Modelo de diagrama de proceso. Extraída de Management Plaza

1.2.3 ISO 21500

(ISO 21500, 2017)



Ilustración 1-4. Icono de la norma UNE-ISO 21500. Extraída de ISO21500 2017

La norma **ISO 21500** ha sido escrita como una guía que busca orientar a las empresas en su gestión. De hecho, no contiene requisitos como tal y no está diseñada con fines de certificación. En este aspecto difiere de la norma ISO 9001 sobre sistemas de gestión de la calidad, que describe los procedimientos y sistemas que se recomiendan a las organizaciones para mejorar sus procesos o determinados aspectos de sus operaciones. No obstante, podría suceder que en un futuro próximo la norma se actualice y se encamine hacia la certificación. Mientras tanto, adecuarse a las recomendaciones que contiene genera importantes beneficios para las empresas (School, ¿Qué hay que saber de la ISO21500?, 2017).

La norma ISO 21500 da soporte a uno de los principales motores económicos mundiales: los proyectos. ISO 21500 proporciona una descripción detallada y muy explicativa de los conceptos y procesos que se consideran relevantes en esta línea. Su objetivo es ayudar a Directores de Proyecto, principiantes o experimentados, a aplicar las mejores prácticas en la gestión de sus proyectos, mejorando los resultados de negocio y concluyendo sus misiones con éxito. La norma europea puede hacerse extensible a multitud de áreas, lo que amplía aún más su utilidad. Los beneficios de la aplicación de **ISO 21500** en la organización incluyen:

- Fomentar la transferencia de conocimientos entre proyectos y organizaciones.
- Mejorar las condiciones de ejecución de las distintas etapas de los proyectos.
- Facilitar los procesos de licitación y su eficiencia.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

- Promover el uso de una terminología de gestión de proyectos coherente.
- Aumentar la flexibilidad de los empleados de gestión de proyectos.
- Adecuar la capacidad de los equipos de proyecto para su trabajo en entornos internacionales.

La norma europea proporciona principios universales de gestión de proyectos que ayudan a lograr objetivos de forma más sencilla. Además está diseñada para alinearse con las principales normas internacionales de sistemas de gestión de la calidad y de riesgos como:

- ISO 10006: 2003: que aporta directrices para la gestión de la calidad en los proyectos.
- ISO 10007: 2003: cuyo contenido orienta hacia una gestión de la configuración, también en el ámbito de la calidad.
- ISO 31000: 2009: en la que se contienen los más importantes principios y directrices sobre gestión de riesgos, completados por algunas normas específicas para algunos sectores.

En resumen, podría decirse que adecuarse a lo que dispone la norma ISO 21500 supone avanzar hacia la internacionalización, adaptándose a las nuevas condiciones de globalidad en los mercados; en un entorno de eficiencia y sostenibilidad que parte de una buena integración y una coordinación eficaz (AEC, 2015).

1.2.4 IPMA (ICB/NCB)

(IPMA COMPETENCE BASELINE: ICB, 2017)

Un enfoque diferente, dentro de las metodologías tradicionales, es el del **Internacional Project Management Association (IPMA)**, el cual tiene como base metodológica ICB (International Competence Baseline) o NCB (a nivel nacional). La gestión del proyecto está basada en las competencias, las cuales se dividen en tres tipos: técnicas, contextuales y de comportamiento.

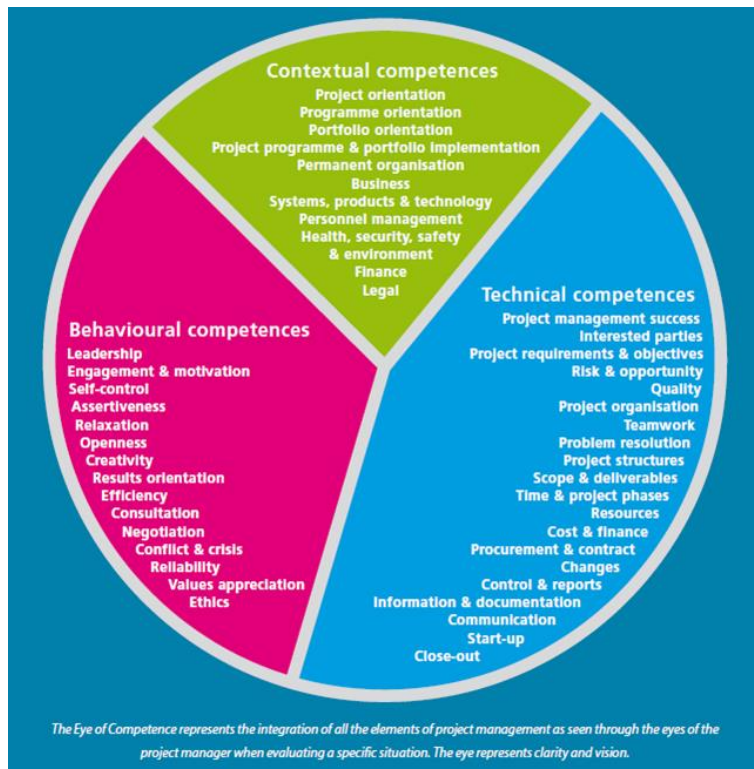


Ilustración 1-5. Tipos de competencias del enfoque IPMA. Extraída de IPMA 2014

(Escudero, 2013) PM basado en competencias:

- Hay que saber que existen (**conocimiento**)
- Hay que saber cuándo utilizarlas (**experiencia**)
- Hay que saber ponerlas en práctica para tomar decisiones y gestionar el proyecto (**actitud**).

1.2.5 MSF (Microsoft Solution Framework)

(Microsoft, 2016) Microsoft Solutions Framework (MSF) es un enfoque personalizable para entregar con éxito soluciones tecnológicas de manera más rápida, con menos recursos humanos y menos riesgos, pero con resultados de más calidad. MSF ayuda a los equipos a enfrentarse directamente a las causas más habituales de fracaso de los proyectos tecnológicos y mejorar así las tasas de éxito, la calidad de las soluciones y el impacto comercial.

(Bravo, 2013) MSF se centra en:

- Alinear los objetivos de negocio y de tecnología
- Establecer de manera clara los objetivos, los roles y las responsabilidades
- Implementar un proceso iterativo controlado por hitos o puntos de control
- Gestionar los riesgos de manera proactiva
- Responder con eficacia ante los cambios

Microsoft Solutions Framework (MSF) se asienta sobre una base de principios y actitudes que representan años de experiencia. Estos principios y actitudes, destilados en conceptos que se sostienen en los distintos modelos, procesos y disciplinas de MSF, son la base de MSF. Aunque son conceptos de sentido común, comprenderlos e implementarlos correctamente puede llegar a ser complicado. No obstante, una vez que se comprendan, el equipo podrá crear productos de calidad.

1.2.5.1 Principios fundamentales

Según (Descripción general de Microsoft Solutions Framework (MSF), 2013) los siguientes principios y conceptos de MSF sirven de guía al equipo de proyecto para entregar una solución de calidad. Cada miembro del equipo deberá comprender y aplicar estos principios en sus interacciones con otros miembros del equipo, con la organización y con las partes interesadas.

MSF se basa en nueve principios fundamentales según (Descripción general de Microsoft Solutions Framework (MSF), 2013):

1. Fomentar una comunicación abierta. Para que el equipo sea eficaz y eficiente, tanto usted como su equipo deben compartir niveles de información apropiados entre los miembros del equipo y en toda la empresa. El equipo debe comprender la naturaleza de lo que se debe hacer y el modo en que se comunican los miembros del equipo y los contactos externos. Lo difícil es determinar un nivel apropiado para cada relación y qué información se debe compartir.
2. Intentar lograr una visión compartida. El hecho de tener una visión compartida empodera a los miembros del equipo y les permite actuar con agilidad para poder tomar decisiones rápidas pero bien fundadas con el objetivo de lograr una visión. Al tener una visión compartida, los miembros del equipo pueden ir satisfaciendo los requisitos a medida que se vayan detectando.
3. Empodere a los miembros del equipo. Empoderar a los miembros del equipo no solo es una de las muchas maneras de sobrevivir en un entorno en constante cambio, sino que los miembros del equipo también aprenden a encontrar modos de alcanzar el éxito de manera creativa y a ayudarse unos a otros. Si no se permite a los miembros del equipo dar lo mejor de sí mismos, no solo disminuye su creatividad, sino que también pueden sufrir de baja moral y ser incapaces de contribuir a crear un equipo de alto rendimiento.
4. Establecer responsabilidades claras y compartidas. A menudo, los miembros del equipo empoderados se sienten más responsables de sus decisiones y están dispuestos a ser corresponsables de un proyecto. A mayor responsabilidad de los miembros del equipo, mayor calidad. Por ejemplo, si un miembro del equipo afirma que ha completado una tarea pero se detecta que no tiene el nivel de calidad adecuado, ese miembro del equipo es responsable de resolver este problema de manera que la tarea completada tenga los niveles de calidad indicados. Si se fomenta el crecimiento positivo y la responsabilidad en lugar de castigar tales deslices, el miembro del equipo comparte la responsabilidad de la solución general y sus entregas. Esto fomenta la motivación entre los miembros más sólidos del equipo para ayudarse mutuamente a dar lo mejor de sí mismos.

5. Ofrecer valor incremental. Este principio tiene dos facetas:
 - a. Asegurarse de que lo que se entrega tiene un valor óptimo para las partes interesadas.
 - b. Determinar los incrementos óptimos en los que se entregará valor (o la "frecuencia de entrega").

6. Mantenerse ágil, esperar cambios y adaptarse a ellos. Como los cambios pueden darse a menudo y en el peor momento posible, disponer de una manera ágil de manejarlos ayuda a minimizar los trastornos habituales que provocan. Mantenerse ágil significa que una organización está preparada para los cambios y puede adaptarse y ajustarse sin contratiempos.

7. Invertir en la calidad. Muchas organizaciones adoptan el principio de calidad, a menudo con una definición bastante difusa, pero no saben cómo cuantificarla. La calidad es algo que se debe incorporar de manera proactiva al ciclo de vida de entrega de la solución y no es algo que aparezca de la nada.

8. Aprender de todas las experiencias. Si todos los niveles de una organización no aprenden de lo que funcionó y lo que no funcionó anteriormente, ¿cómo se puede esperar que mejoren la próxima vez? Los miembros del equipo deben comprender y darse cuenta de que el aprendizaje se da en todos los niveles:
 - A nivel de proyecto, como por ejemplo, al perfeccionar un proceso válido para todo el proyecto
 - A nivel individual, como por ejemplo, al buscar la manera de interactuar mejor con otros miembros del equipo
 - A nivel de la organización, como por ejemplo, al ajustar las métricas de calidad que se recopilan para cada proyecto

9. Colaborar con clientes internos y externos. Las probabilidades de éxito del proyecto aumentan cuando el cliente trabaja con el equipo del proyecto. Eso no quiere decir que los clientes tengan que hacer el trabajo de un equipo. Sin embargo, cuando los clientes colaboran estrechamente y de manera incremental con un equipo de entrega, la solución satisface mejor sus expectativas. Colaborar con los clientes es ventajoso para ambas partes, ya que ayuda a reducir la incertidumbre, reduce el tiempo necesario para resolver temas de requisitos y aumenta

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

la comprensión por parte del equipo de las propuestas de valor de la solución por medio del contacto periódico.

Ciclo de Vida del Proyecto



Ilustración 1-6. Ciclo de vida del Proyecto de la metodología MSF. Extraída de MSF 2010

1.2.6 RUP (Rational Unified Procces)

El Rational Unified Process o Proceso Unificado de Rational. (Método pesado RUP, 2011) Es un proceso de ingeniería de software que suministra un enfoque para asignar tareas y responsabilidades dentro de una organización de desarrollo. Su objetivo es asegurar la producción de software de alta y de mayor calidad para satisfacer las necesidades de los usuarios que tienen un cumplimiento al final dentro de un límite de tiempo y presupuesto previsible. Es una metodología de desarrollo iterativo que es enfocada hacia “diagramas de los casos de uso, y manejo de los riesgos y el manejo de la arquitectura” como tal.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

El RUP mejora la productividad del equipo ya que permite que cada miembro del grupo sin importar su responsabilidad específica pueda acceder a la misma base de datos incluyendo sus conocimientos. Esto hace que todos compartan el mismo lenguaje, la misma visión y el mismo proceso acerca de cómo desarrollar un software.

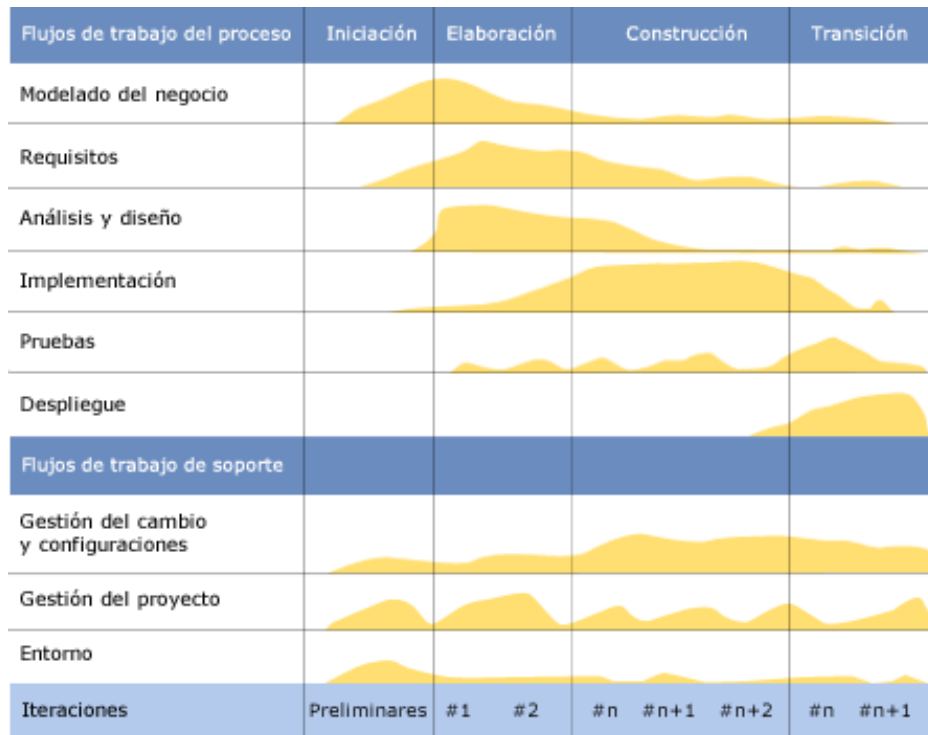


Ilustración 1-7. Esfuerzo en actividades según fase del proyecto. Extraída de Wikipedia

(Procesos de software, 2017) El ciclo de vida RUP es una implementación del Desarrollo en espiral. Fue creado ensamblando los elementos en secuencias semi-ordenadas. El ciclo de vida organiza las tareas en fases e iteraciones.

RUP divide el proceso en cuatro fases, dentro de las cuales se realizan varias iteraciones en número variable según el proyecto y en las que se hace un mayor o menor hincapié en las distintas actividades.

1.2.6.1 Fases del ciclo de vida de la metodología RUP (Procesos de software, 2017)

1. Fase de Inicio: Esta fase tiene como propósito definir y acordar el alcance del proyecto con los patrocinadores, identificar los riesgos asociados al proyecto, proponer una visión muy general de la arquitectura de software y producir el plan de las fases y el de iteraciones posteriores.

2. Fase de elaboración: En la fase de elaboración se seleccionan los casos de uso que permiten definir la arquitectura base del sistema y se desarrollaran en esta fase, se realiza la especificación de los casos de uso seleccionados y el primer análisis del dominio del problema, se diseña la solución preliminar.

3. Fase de Desarrollo: El propósito de esta fase es completar la funcionalidad del sistema, para ello se deben clarificar los requerimientos pendientes, administrar los cambios de acuerdo a las evaluaciones realizados por los usuarios y se realizan las mejoras para el proyecto.

4. Fase de Cierre: El propósito de esta fase es asegurar que el software esté disponible para los usuarios finales, ajustar los errores y defectos encontrados en las pruebas de aceptación, capacitar a los usuarios y proveer el soporte técnico necesario. Se debe verificar que el producto cumpla con las especificaciones entregadas por las personas involucradas en el proyecto.

La metodología RUP tiene 6 principios clave:

1. Adaptación del proceso: El proceso debe adaptarse a las características de la organización para la que se está desarrollando el software.

2. Balancear prioridades: Debe encontrarse un balance que satisfaga a todos los inversores del proyecto.

3. Colaboración entre equipos: Debe haber una comunicación fluida para coordinar requerimientos, desarrollo, evaluaciones, planes, resultados, entre otros.

4. Demostrar valor iterativamente: Los proyectos se entregan, aunque sea de una forma interna, en etapas iteradas. En cada iteración se evaluará la calidad

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

y estabilidad del producto y analizará la opinión y sugerencias de los inversores.

5. Elevar el nivel de abstracción: Motivar el uso de conceptos reutilizables.

6. Enfocarse en la calidad: La calidad del producto debe verificarse en cada aspecto de la producción.

En el caso particular de RUP, presenta un especial énfasis en cuanto a su adaptación a las condiciones del proyecto (mediante su configuración previa a aplicarse), realizando una configuración adecuada, podría considerarse Ágil.

1.2.7 Metodología de Cadena crítica

Es una metodología de gestión de proyectos basada en la teoría de las restricciones (TOC), (School, Cadena crítica: Método para gestionar los proyectos con mayor rapidez y menos recursos, 2017) pensada para maximizar el avance del proyecto, teniendo en consideración que los proyectos están sometidos a incertidumbre y una serie de limitaciones.

Esta metodología se basa en aplicar estos tres principios:

- Identificación de las restricciones que afectan al proyecto: normalmente esta restricción se muestra como el conjunto de tareas, que bien por limitaciones temporales o de recursos, definen la duración mínima del proyecto. Esto se llama la cadena crítica, o camino crítico cuando no se tiene en cuenta la restricción introducida por los recursos.
- Dar prioridad a las tareas dentro de la cadena crítica: los esfuerzos del director de proyecto deben centrarse en la ejecución de aquellas tareas que formen parte de la cadena crítica, ya estas determinarán la finalización del proyecto.
- Subordinar el resto de tareas a las tareas en la cadena crítica

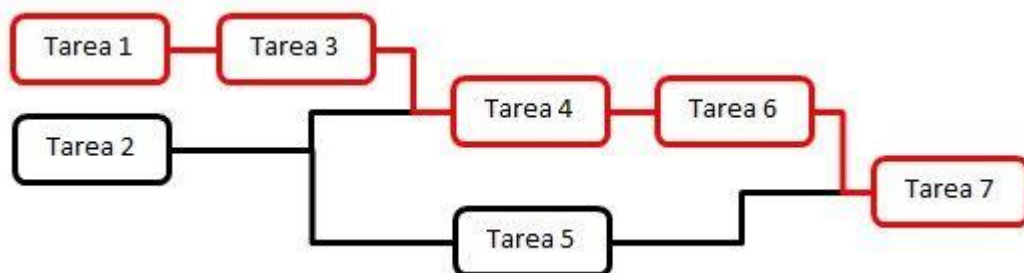


Ilustración 1-8. Ejemplo de metodología de la cadena crítica. Extraída de recursos en project management

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Aunque se define como una metodología diferente al resto, personalmente debido a la información que he contrastado en numerosas fuentes como (Queesinfo, 2017) y (School, Cadena crítica: Método para gestionar los proyectos con mayor rapidez y menos recursos, 2017) la encuentro totalmente compatible con el enfoque tradicional dentro de los procesos de planificación y seguimiento. Tiene como gran ventaja el focalizar la dirección del proyecto en aquellos puntos que realmente son importantes, permitiendo reducir y gestionar mejor los conflictos, e incrementar la eficiencia del director de proyectos. Como desventaja destacar que requiere una planificación mucho más sofisticada, sobretodo en situaciones de multiproyecto, lo que no siempre es posible de aplicar en empresas con poca cultura de dirección de proyectos.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

2 Metodologías Ágiles

2.1 Definición

Las metodologías de gestión de proyectos basadas en AGILE son ampliamente usadas en el sector IT y proyectos de organización empresariales, que tiene como principal virtud la flexibilidad y capacidad de modificar el producto a lo largo del proyecto, ya que estos se van usando al mismo tiempo que se desarrollan. Esta metodología está promovida por el por el Agile Leadership Network.

Según Pajares (2017) estas metodologías están estrechamente relacionada con el campo de la ingeniería de software y el desarrollo de software. Se utilizan para reducir costos respecto a tradicionales y para conseguir una buena adaptabilidad a los cambios durante el ciclo de vida del proyecto y a los diferentes proyectos en general.

Destaca sobre todo la comunicación y colaboración entre los miembros del equipo del proyecto. Los miembros del equipo están mucho más involucrados en la toma de decisiones y la comunicación es tanto formal como informal (Fabiola, 2015).

Podemos resumir que los principales valores de las metodologías ágiles son: considerar los individuos y las interacciones sobre los procesos y herramientas, el software de trabajo sobre la documentación completa, la colaboración del cliente sobre la negociación del contrato, la respuesta al cambio sobre la planificación.

La agilidad se define como la capacidad de crear y responder al cambio para crear valor en un ambiente de negocios turbulento. La agilidad se basa en innovación, adaptación de productos, reducción de plazos de entrega, ajuste de personas y procesos y resultados fiables (Highsmith, 2004). La agilidad es también la capacidad de equilibrar entre flexibilidad y estabilidad.

2.2 Fases del enfoque de gestión de proyectos ágiles

La metodología ágil se basa en dividir el proyecto en fases (sprints), el resultado de las cuales es un producto con una serie de funcionalidades que ya permiten que este sea usado. Estas fases se suceden hasta haber conseguido el total de las funcionalidades definidas para el producto. De forma esquemática estas fases se componen de lo siguiente (Londoño, 2014) (Chandana, 2015):

5 fases del enfoque de gestión de proyectos ágil:

1. Envision (definir la visión, el alcance del proyecto y la organización del proyecto),
2. Speculate (desarrollar el modelo definido por las características del producto y las limitaciones de tiempo, y el plan de iteración para la implementación de la visión),
3. Explore (entregue las piezas probadas en poco tiempo y busque continuamente una forma de reducir el riesgo y la incertidumbre del proyecto),
4. Adapt (verifique los entregables, la situación actual y el comportamiento del equipo para adaptarlo) Si es necesario)
5. Cerrar (cerrar proyecto, crear lecciones aprendidas, y celebrar).

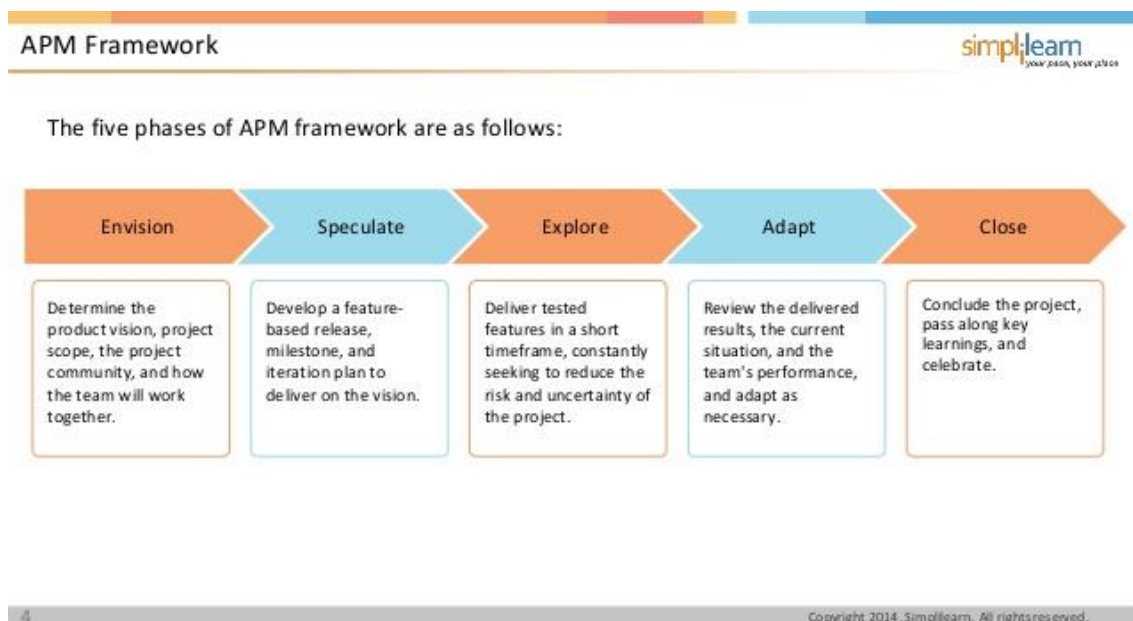


Ilustración 2-1. Las 5 fases de las metodologías ágiles. Extraída de simplilearn

Cada iteración, preferentemente corta, se compone de todas las fases y el alcance final del proyecto se construye dinámicamente por cada iteración. El alcance del proyecto podría ser cambiado hasta el 30% durante cada iteración.

La posibilidad de tener un producto funcional y utilizable al final de cada sprint permite ir ajustando los objetivos del proyecto, y por tanto asegurar mejor que el producto final cumplirá con las expectativas del usuario. A parte, la comercialización de estos sprints permite avanzar los ingresos generados por el proyecto, mejorando su rentabilidad.

2.3 Manifiesto ágil

Fuente: (Cockburn, 2001)

Los propulsores de las metodologías ágiles firmaron un manifiesto donde se expresaban las ideas fundamentales del estilo de gestión:

- Valorar a las personas y su interacción, por encima de los procesos y las herramientas: procesos de calidad con personas y relaciones mediocres no darán buenos resultados.

- Valorar el software que funciona, por encima de la documentación exhaustiva: la documentación es necesaria dado que permiten la transferencia del conocimiento, pero su redacción debe limitarse a aquello que aporte valor directo al producto/servicio.

- Valorar la colaboración con el cliente, por encima de la negociación contractual: si bien son necesarios, los contratos no aportan valor a los productos/servicios. Las metodologías ágiles integran al cliente en el proyecto y mantienen como objetivo aportar el mayor valor posible en cada iteración.

- Valorar la respuesta al cambio, por encima del seguimiento de un plan: Anticipación y adaptación frente a planificación y control.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

- A partir de los 4 valores básicos se pueden extraer diversos principios que matizan la filosofía detrás de la gestión ágil:
- La principal prioridad es satisfacer al cliente mediante entregas tempranas y continuas de valor: periodos de 15 a 60 días.
- Los requisitos cambiantes son bienvenidos.
- Integración de los conocedores del negocio en el propio proyecto.
- La motivación y el talento son aspectos clave, por tanto la confianza y el apoyo al equipo humano es fundamental.
- Potenciar las conversaciones en persona por encima de la comunicación escrita.
- El producto funcional (p.ej. software operativo) es la principal medida del progreso: centrar el interés en el grado de finalización funcional o el tiempo previsto de finalización, no en el tiempo transcurrido contra el planificado.

2.4 Características básicas de los proyectos con metodologías ágiles.

Las características básicas de los proyectos gestionados con metodologías ágiles son las siguientes (Sanz, MDAP executive master in project management, 2014) (Figuerola, 2015):

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

- Incertidumbre: la dirección indica la necesidad estratégica que se desea cubrir (sin entrar en detalles), ofreciendo máxima libertad al equipo de trabajo.
- Equipos auto-organizados: no existen roles especializados
- Autonomía: libertad para la toma de decisiones.
- Auto-superación: de forma periódica se evalúa el producto que se está desarrollando.
- Auto-enriquecimiento: transferencia del conocimiento.
- Fases de desarrollo solapadas: Las fases no existen como tal sino que se desarrollan tareas/actividades en función de las necesidades cambiantes durante todo el proyecto. De hecho, en muchas ocasiones no es posible realizar un diseño técnico detallado antes de empezar a desarrollar y ver algunos resultados. Por otra parte, las fases tradicionales efectuadas por personas diferentes no favorece el trabajo en equipo y pueden llegar a generar más inconvenientes que ventajas (p.ej. un retraso en una fase, afecta a todo el proyecto).
- Control sutil: establecimientos de puntos de control para realizar un seguimiento adecuado sin limitar la libertad y creatividad del equipo. Así mismo, se recomienda:
- Evaluar el ambiente laboral, siendo fundamental la elección de personas que no generen conflictos.
- Reconocer los méritos mediante un sistema de evaluación justo y entender los errores como puntos de mejora y aprendizaje.
- Potenciar la interacción entre el equipo y el negocio, para que puedan conocer las necesidades de primera mano.
- Difusión y transferencia del conocimiento: alta rotación de los miembros de los equipos entre diferentes proyectos. Por otra parte, potenciar el acceso libre a la información y documentación.

2.5 Tipos de metodologías ágiles

Las metodologías de gestión de proyectos presentadas hasta el momento son las aplicadas a proyectos dentro del ámbito más industrial o tradicional (quizás menos en el caso de AGILE que se usa mucho en desarrollo de software), Charvat, J. (2003) pero encontramos muchas otras metodologías dentro del ámbito de la informática que están en continuo desarrollo. Entre ellas podríamos destacar:

- Adaptative Software Development
- Agile Modeling
- Agile Model Driven Development
- Agile Project Management
- Agile Unified Process
- Crystal Methods
- Dynamic Systems development methods
- Feature driven development
- Internet Speed Development
- Lean development
- Pragmatic programming
- Scrum
- Test Driven Development
- XBreed
- Extreme Programming
- Win Win Spiral
- Evolutionary Project Management
- Story cards driven development
- Agile Unified Process
- Open Unified Process

En la práctica la metodología de gestión de proyectos a usar nos va a venir determinada por la organización donde ejecutemos el proyecto, aunque siempre es conveniente usar aquella que mejor se adapte a la tipología del proyecto. No vamos a ganar nada usando AGILE en la construcción de un puente, porque hasta que este no esté completo no va a ser funcional.

El desarrollo ágil de software refiere a métodos de ingeniería del software basados en el desarrollo iterativo e incremental, estas metodologías son imprescindibles en un mundo en el que nos exponemos a cambios

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

recurrentemente. Siempre hay que tener en cuenta como programadores que lo que es la última tendencia hoy puede que no exista mañana y por esto existe la metodología ágil donde los requisitos y soluciones evolucionan mediante la colaboración de grupos autos organizados y multidisciplinarios.

Vamos a definir y explicar los métodos y procesos más importantes dentro de la metodología ágil:

2.5.1 SCRUM

El Scrum es un proceso de la Metodología Ágil que se usa para minimizar los riesgos durante la realización de un proyecto, pero de manera colaborativa.

Entre las ventajas se encuentran la productividad, calidad y que se realiza un seguimiento diario de los avances del proyecto, logrando que los integrantes estén unidos, comunicados y que el cliente vaya viendo los avances. La profundidad de las tareas que se asignan en SCRUM tiende a ser incremental, caso que coincide exactamente con el devenir normal de un desarrollo (Schwaber, K. 2004).

Es perfecto para empresas de desarrollo de software orientadas a varios clientes. Esta por otro lado es la metodología que se utiliza en I2B.

Los principales beneficios que proporciona Scrum son (PROGRAMING, 2015):

- Entrega mensual (o quincenal) de resultados (los requisitos más prioritarios en ese momento, ya completados) lo cual proporciona las siguientes ventajas:
- Gestión regular de las expectativas del cliente y basada en resultados tangibles.
- Resultados anticipados (time to market).
- Flexibilidad y adaptación respecto a las necesidades del cliente, cambios en el mercado, etc.
- Gestión sistemática del Retorno de Inversión (ROI).
- Mitigación sistemática de los riesgos del proyecto.
- Productividad y calidad.
- Alineamiento entre el cliente y el equipo de desarrollo.
- Equipo motivado.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Los siguientes puntos son de especial importancia para la implantación de una gestión ágil de proyectos como Scrum:

Cultura de empresa basada en trabajo en equipo, delegación, creatividad y mejora continua (kaizenia, 2015).

- Compromiso del cliente en la dirección de los resultados del proyecto, gestión del ROI y disponibilidad para poder colaborar.
- Compromiso de la Dirección de la organización para resolver problemas endémicos y realizar cambios organizativos, formando equipos autogestionados y multidisciplinares y fomentando una cultura de gestión basada en la colaboración y en la facilitación llevada a cabo por líderes al servicio del equipo.
- Compromiso conjunto y colaboración de los miembros del equipo.
- Relación entre proveedor y cliente basada en ganar-ganar, colaboración y transparencia.
- Facilidad para realizar cambios en el proyecto.
- Tamaño de cada equipo entre 5 y 9 personas (con técnicas específicas de planificación y coordinación cuando varios equipos trabajan en el mismo proyecto).
- Equipo trabajando en un mismo espacio común para maximizar la comunicación.
- Dedicación del equipo a tiempo completo.
- Estabilidad de los miembros del equipo

(Cryptodevelopments, 2017)

En la imagen 2-2 de la página siguiente se muestra el proceso que sigue la metodología Scrum en la Dirección de proyectos de forma resumida:

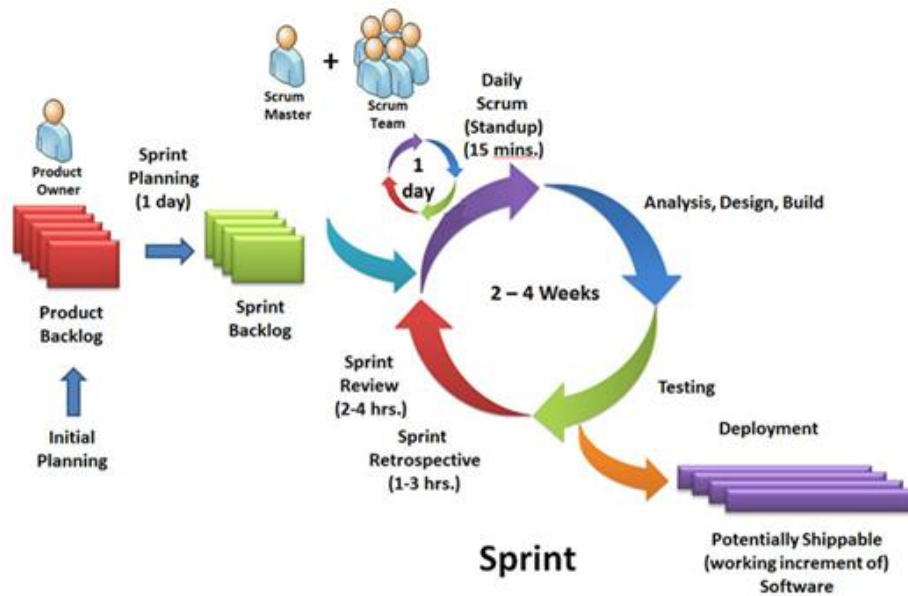


Ilustración 2-2. Proceso de la metodología Scrum. Extraída de cryptodevelopments

2.5.2 XP o Extreme Programming

La “programación extrema” es un proceso de la Metodología Ágil que se aplica en equipos con muy pocos programadores quienes llevan muy pocos procesos en paralelo. (Sutherland, J., Viktorov, A., Blount, J., & Puntikov, N. 2007) Consiste entonces en diseñar, implementar y programar lo más rápido posible, hasta en casos se recomienda saltar la documentación y los procedimientos tradicionales. Se fundamenta en la capacidad del equipo para comunicarse entre sí y las ganas de aprender de los errores propios inherentes en un programador.

La gran ventaja de XP es su increíble capacidad de respuesta ante imprevistos, aunque por diseño es una metodología que no construye para el largo plazo y para la cual es difícil documentar (Pérez, 2014).

XP es un método estupendo para equipos extremadamente pequeños que se centran en un solo cliente.

Características (PROGRAMING, 2015):

- Cliente bien definido
- Los requisitos pueden (y van a) cambiar
- Grupo pequeño y muy integrado (máximo 12 personas)

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

- Equipo con formación elevada y capacidad de aprender

Ventajas:

- Programación organizada.
- Menor tasa de errores.
- Satisfacción del programador.

Desventajas:

- Es recomendable emplearlo solo en proyectos a corto plazo.
- Altas comisiones en caso de fallar.



Ilustración 2-3. Planeamiento/realimentación del proceso de la metodología XP. Extraída de agilelucero

2.5.3 Desarrollo Liger o “Lean”

También conocido como “Lean Programming”, este es un conjunto de técnicas que engloban un proceso de la Metodología Ágil en desarrollo de software orientado a conseguir exactamente lo que necesita el cliente. Es una evolución del Método Toyota de Producción aplicado al desarrollo y que está muy de moda entre los equipos de desarrollo en startups.

(School, 2017) Principalmente se identifica por hacer uso de ciclos de evolución de software incrementales en los que se alejan las decisiones lo más posible hasta no tener retroalimentación por parte del cliente y con esto reaccionar de modo más flexible posible contra sus posibles necesidades. Por esto mismo de provenir de una metodología japonesa de trabajo se fundamenta en tener un equipo muy capaz y comprometido al principio del aprendizaje continuo.

El Desarrollo Lean una metodología fantástica para empresas que están desarrollando un software B2C orientado a tener éxito en el mercado.

2.5.4 Adaptative Software Development

Metodología desarrollada por Jim Highsmith, después de trabajar muchos años con metodologías predictivas, concluyo que son defectuosas. Metodología sin muchas ataduras y reglas a seguir, es la metodología más abierta. Las personas deben colaborar de la mejor manera, para dar respuesta y soluciones creativas.

El método ágil ASD Desarrollo Adaptable de Software es un modelo de implementación para desarrollo de software Al igual que otras metodologías ágiles, su funcionamiento es cíclico y reconoce que en cada iteración se producirán cambios e incluso errores (Fernandez, J. D. ,2008).

Principales características del ASD son:

- Iterativo.
- Orientado a los componentes de software
- Tolerante a los cambios.
- Guiado por los riesgos
- La revisión de los componentes sirve para aprender de los errores y volver a iniciar el ciclo de desarrollo

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

En la imagen 2-4 de la página siguiente se muestra un resumen del proceso de la metodología ASD:

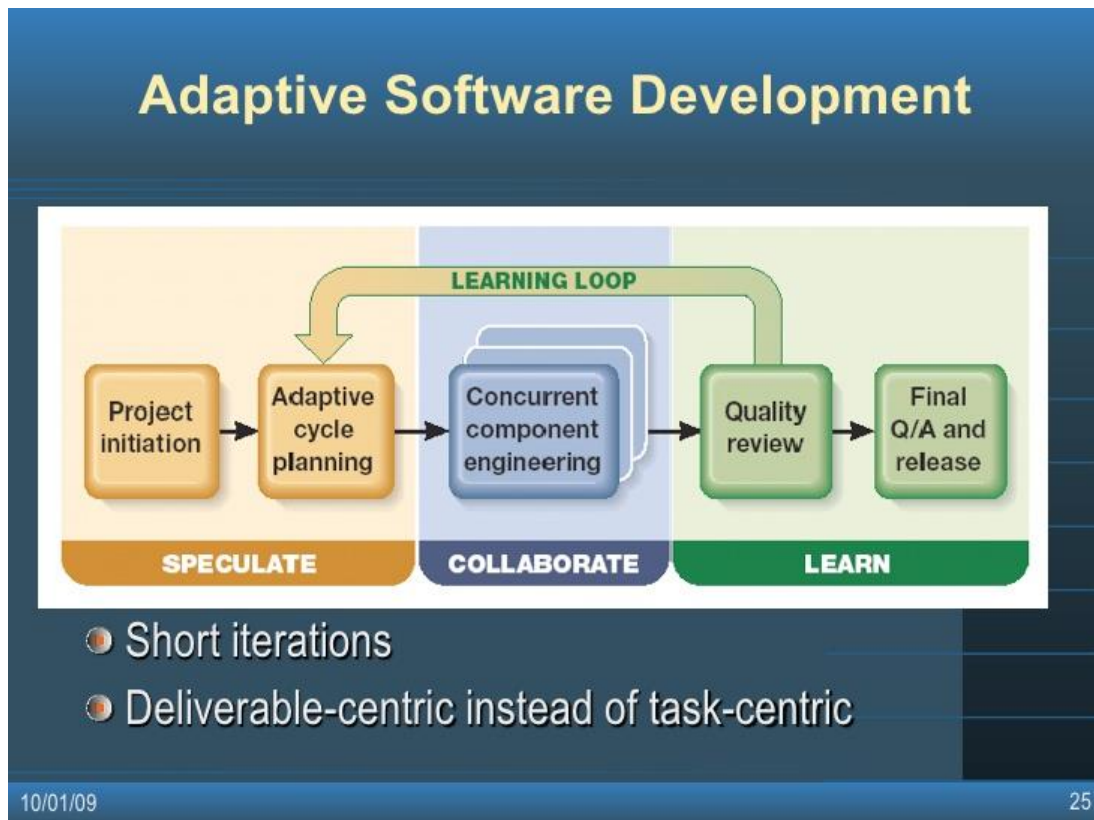


Ilustración 2-4. Proceso de la metodología ASD. Extraída de *ingenieríadesoftware*

(Highsmith, J. 2001)

VENTAJAS

- Sirve para aprender de los errores y volver a iniciar el ciclo de desarrollo.
- Utiliza información disponible acerca de cambios para mejorar el comportamiento del software.
- Promulga colaboración, la interacción de personas.

DESVENTAJAS

- Los errores o cambios que no son detectados en reuniones anteriores a tiempo, afecta la calidad del producto y a su costo total.
- Dado a que es una metodología ágil implica no realizar procesos que son requeridos en las metodologías tradicionales.

CONCLUSION. Usada de manera adecuada esta metodología:

- Se puede alcanzar excelentes resultados.
- Es más factible usarla para proyectos pequeños y medianos.

2.5.5 Dynamic Systems Development Method

El método de desarrollo de sistemas dinámicos (en inglés Dynamic Systems Development Method o DSDM) es un método que provee un framework para el desarrollo ágil de software, apoyado por su continua implicación del usuario en un desarrollo iterativo y creciente que sea sensible a los requerimientos cambiantes, para desarrollar un sistema que reúna las necesidades de la empresa en tiempo y presupuesto (Penadés, M. C. 2003).

La metodológica DSDM es caracterizada por su rapidez de desarrollo atendiendo a las demandas de tecnología de forma eficaz y eficiente previendo que transcurra mucho tiempo y la tecnología cambie.

Stapleton, J. (1997). *DSDM, dynamic systems development method: the method in practice*. Cambridge University Press.

Es una metodología ágil situada dentro de las RAD (rapid application development), es ideal para proyectos de sistemas de información cuyos presupuestos y agendas son muy apretadas.

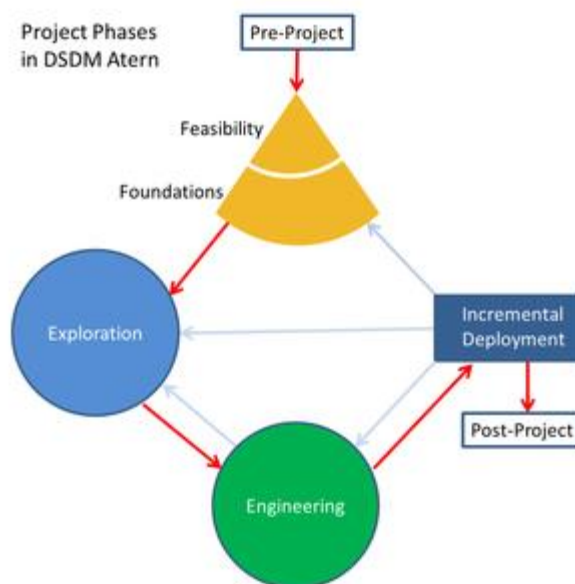


Ilustración 2-5. Modelo de la metodología DSDM. Extraída de Wikipedia

Las características de DSDM son:

- Trabajo en equipo tanto los desarrolladores, los usuarios y los Stakeholders.
- El equipo de desarrollo puede tomar sus decisiones sin depender de autorizaciones de sus superiores.
- El desarrollo es iterativo e incremental
- El equipo de desarrollo debe realizar entregas cortas pero frecuentemente, estas entregas deben ser funcionales.
- Todos los cambios pueden ser reversibles, es decir, debemos tener una línea base y a partir de ella crear funcionalidad, pero si no tenemos los resultados deseados podemos regresar a la línea base nuevamente.
- La verificación de calidad debe existir a lo largo del proceso de desarrollo y no solamente en al final del proyecto.

(Stapleton, J. 1999, June)

Desventajas:

- Ningún sistema es construido a la perfección en el primer intento.
- La entrega del proyecto deberá ser a tiempo, respetando presupuesto y asegurando la calidad.
- DSDM solo quiere que se complete la iteración con la funcionalidad suficiente como para que inicie la siguiente iteración.
- DSDM es utilizado en sistemas TI pero también pudiera ser utilizado para proyectos en donde se requiera cambio de algún sistema aunque no sea TI.
- La evaluación de riesgo debe estar enfocada en entregar funcionalidad no en el proceso de desarrollo
- La estimación debe estar basada en funcionalidad del negocio.

Ventajas

- Dinero (presupuesto)
- Desarrollo Iterativo
- Concesión de requisitos
- Participación
- Tiempo

2.5.6 Agile Project Management

AGILE Project Management es un enfoque innovador para la gestión de proyectos, que ayuda a las personas trabajar juntas de manera efectiva para lograr los objetivos empresariales. Esta nueva guía ofrece la posibilidad de entregar proyectos ágiles en organizaciones que requieren normas, rigor y visibilidad en la Gestión de Proyectos, pero al mismo tiempo permite un ritmo y un cambio rápido de Agile (Karlesky, M., Object, A., & Vander Voord, M. 2008)

Agile Project Management se basa en los aspectos fundamentales comprobados en Atern DSDM, el cual aborda plenamente el concepto de un proyecto ágil y proporciona una guía detallada sobre cómo gestionar y entregar los proyectos ágiles.

Agile Project Management es el resultado de la colaboración entre APMG International y el consorcio DSDM.

(Goikolea, 2014) Beneficios del APM:

- Proporciona un enfoque que ofrece agilidad, pero conserva los conceptos de proyecto, entrega de proyecto y gestión de proyecto
- Permite a las organizaciones obtener los beneficios de un enfoque ágil, sin introducir riesgos innecesarios
- No hay necesidad de desarrollar e integrar procesos específicos de la gestión ágil de una compañía, la organización puede simplemente adoptar un enfoque comprobado
- Para una organización que ya utiliza PRINCE2, la adopción de Agile Project Management permite el uso continuado de PRINCE2.
- Para una organización que es nueva en la gestión de proyectos y quiere entregar proyectos ágiles de una manera controlada, Agile Project Management puede proporcionar una guía suficiente para permitir una gestión y entrega exitosas
- Combina un uso eficaz de los conocimientos de las personas que componen el equipo, junto con las técnicas
- A diferencia de un enfoque tradicional, AGILE fija tiempo, costo y calidad en las fases iniciales de un proyecto

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

En la imagen 2-6 de la página siguiente se muestra un diagrama resumen del proceso de la metodología APM:



Ilustración 2-6. Base de la metodología APM. Extraída de smartsheet

2.6 Beneficios de aplicar la Metodología Ágil

(School, Principales ventajas y limitaciones de las metodologías ágiles, 2017)

1. RSI superior.

Cuando se lidia con proyectos múltiples y no se aplican metodologías ágiles, lo normal es esperar a que se complete un proceso antes de arrancar con el segundo. Para poder lidiar con este tipo de operación de proyectos se está buscando el cómo finalizar entregas lo más pronto posible lo cual significa un inmenso riesgo de recorte de funcionalidades o calidad.

El desarrollo con metodología ágil refuerza las entregas múltiples lo cual contra el cliente es un indicador operante y de cierto modo representaría un capital en trabajo. Como tal se refuerza más bien la lista de funcionalidades del acuerdo de entrega y en el promedio implica un enfoque en desarrollar la funcionalidad que se considere más vital para el proyecto desde el simple inicio.

2. El desarrollo ágil aumenta la productividad.

La producción de software que trabaja alrededor de las necesidades de negocio implica ingresar conocimiento multidisciplinario en etapas simultáneas. La metodología ágil sirve para enfocar la atención de los partidos por disciplina en el espacio que se les necesita e inmediatamente liberar el talento para que puedan moverse entre zonas de trabajo.

Aplicar un sistema de tarea discretas contra las personas que las ejecutan simplifica la distribución de entrega de información y consecuentemente del mismo sentido de capacidad de control del mismo empleado lo cual resulta en un deseo inherente de procesar las tareas lo más simple y rápidamente posible.

3. Simplifica el manejo de la sobrecarga de procesos.

Los equipos que trabajan sobre normas y regulaciones han de validar su trabajo constantemente lo cual representa un doble sentido de trabajo. Las metodologías por iteración simplifican el proceso de entrega versus validación lo cual además permite adoptar cambios sobre la marcha del alcance del proyecto.

4. Mejor perfil de productividad.

Los equipos ágiles son más productivos que aquellos que utilizan métodos tradicionales a lo largo de todo el ciclo de desarrollo. Si no se aplica un sistema ágil se presenta un patrón de desarrollo tipo “palo de hockey” donde la mayoría del trabajo sucede en las primeras etapas y ya que andan los equipos se van haciendo ajustes sobre el trabajo anterior. La realidad es que casi nunca suele suceder que las piezas en equipo terminan trabajando juntos de manera coherente.

Los equipos ágiles que mantienen un nivel de revisión por unidades discretas de entrega de trabajo con cada iteración permiten realizar pruebas de rendimiento y sistemas desde el principio. De este modo,

defectos críticos como problemas de integración se descubren antes, la calidad general del producto es mayor y el equipo funciona de manera más productiva durante todo el ciclo de desarrollo.

5. Una mejor gestión del riesgo.

No siempre se logra cumplir con las metas de lanzamiento cuando se trabaja con software, mientras más lejanas sean las entregas contra cliente o equipo más se maximiza el riesgo de potencial desviación de la entrega contra la definición del proyecto inicial. Las metodologías ágiles permiten repasar en ciclos continuos progreso in medias res de entregables y productos semi-cerrados. Cuando fallan las entregas la metodología ágil permite ajustar el ciclo de trabajo para enfocar el talento en zonas de mayor o menor riesgo a justificación de defender un proyecto en su totalidad.

(Pastrana, I2B Intelligence to Business, 2014) Las ventajas del uso del enfoque ágil son la reducción del riesgo de no definir el alcance del proyecto y consecuentemente el riesgo de la calidad del producto, un mejor control del proyecto, sino también una mejor comunicación del proyecto.

Los factores críticos de éxito para el enfoque ágil incluyen el uso apropiado de métodos ágiles, equipo de proyecto altamente calificado y la estrategia de entrega correcta, mientras que el proceso de gestión apropiado, el ambiente organizacional y la participación del cliente son Factores que podrían contribuir al éxito del proyecto.

2.7 Conclusiones

Las metodologías ágiles presentan un enfoque diametralmente opuesto a las metodologías predictivas, ofreciendo un enfoque más adecuado para determinados proyectos como el desarrollo de software. No obstante, es importante no caer en el extremo y dar por malo todo aquello que sea de un bando u otro (Pérez, 2014).

Aunque optemos por el uso de metodologías ágiles, resulta interesante conocer las herramientas y técnicas predictivas dado que es posible que podamos incorporar alguna de ellas exitosamente (y viceversa). La convergencia entre ambos modelos puede dar lugar a una gestión eficiente y eficaz.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

3 Comparación metodologías tradicionales y ágiles

3.1 Introducción

¿Qué es un director de proyecto?

Una definición muy simple de un director de proyecto sería aquel que realiza la gestión del proyecto, por lo que es básico conocer alguna metodología de dirección de proyectos para poder dedicarse a esta profesión. Si nos basamos en la definición del PMI, la gestión de proyectos sería la aplicación de herramientas, conocimientos, habilidades, y técnicas para conseguir los objetivos del proyecto, lo cual ha generado múltiples metodologías de gestión de proyectos según diferentes enfoques.

El objetivo principal de una metodología es aumentar la probabilidad de éxito. Otros objetivos son la simplificación, alta calidad, control,... del proyecto.

Cockburn define unos propósitos que debe cumplir cualquier metodología para obtener éxito en el proyecto:

- Introducción de los nuevos miembros del equipo en el proceso
- La sustitución fácil de los miembros del equipo
- Las responsabilidades deben de estar claras
- La impresión del cliente
- El progreso visible y el informe de estado

Kerzner (2001) sostiene que las características de una buena metodología se recomiendan nivel de detalles, uso de plantillas, planificación estandarizada, administración del tiempo y técnicas de control de costos, informes estandarizados, flexibilidad para el uso en todos los proyectos, flexibilidad para el desarrollo rápido, que es comprensible al usuario, aceptado y utilizable dentro de la organización, utiliza fases estandarizadas de ciclo de vida del proyecto, y que se basa en directrices y una buena ética empresarial.

Una buena metodología de gestión de proyectos guiará al director del proyecto a través de un conjunto de actividades controladas, gestionadas y visibles para lograr los resultados del proyecto (Oficina de Comercio Gubernamental, 2009). Pero, la metodología por sí misma no es una condición suficiente o incluso necesaria para el éxito del proyecto. La metodología de gestión de proyectos debe estar alineada con la organización propia y de los clientes. Es importante notar que es la metodología la que debe ser adaptada al proyecto y no viceversa.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Todo lo anterior puede llevar a la conclusión de que una metodología no es suficiente y que debe haber varias metodologías posibles dentro del contexto organizacional, o al menos la posibilidad de adaptar la metodología a un proyecto específico.

Por lo tanto tenemos dos tipos de enfoques diferentes, ágiles y tradicionales, que debemos combinar dentro de una o más metodologías, entendiendo por metodología cualquier equipo de gestión de proyectos de principio se basa en el fin de entregar con éxito el resultado del proyecto.

Según el PMBOK, (PMI, 2014) la dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para satisfacer los requisitos del mismo. La dirección de proyectos se logra mediante la ejecución de procesos, usando conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas de dirección de proyectos que reciben entradas y generan salidas. Para que un proyecto tenga éxito, el equipo del proyecto debe:

- Seleccionar los procesos apropiados dentro de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos (también conocidos como Grupos de Procesos) que sean necesarios para cumplir con los objetivos del proyecto
- Usar un enfoque definido para adaptar las especificaciones del producto y los planes de tal forma que se puedan cumplir los requisitos del proyecto y del producto
- Cumplir con los requisitos para satisfacer las necesidades, deseos y expectativas de los interesados
- Equilibrar las demandas concurrentes de alcance, tiempo, costes, calidad, recursos y riesgos para producir un producto de calidad.

Tradicionalmente las metodologías de gestión de proyectos como PMBOK y PRINCE2 han tenido una fuerte orientación predictiva. Es decir, a partir del detalle del producto que se quiere elaborar (análisis funcional/técnico, requerimientos funcionales/técnicos, etc.), se definen fases/actividades perfectamente planificadas en el tiempo en base a los recursos disponibles. A partir de esta proyección inicial, el objetivo durante el transcurso del proyecto es conseguir que se cumpla aquello que se había previsto: calendario, costes y calidad (Fabiola, 2015).

(Arévalo, 2015) Este tipo de metodologías ha resultado ser útil, mejorando la calidad y reduciendo las desviaciones en los proyectos que son aplicadas. No obstante, pueden presentar determinados inconvenientes:

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

- El jefe de proyecto puede no tener conocimientos técnicos y dedicarse exclusivamente al control siguiendo los procedimientos establecidos y limitándose a la generación de informes, actas, diagramas de Gantt, WBS, etc... herramientas que facilitan la gestión pero que no forman parte del objetivo del proyecto. Un jefe de proyecto con estas características no podrá participar activamente en la toma de decisiones técnicas.
- En proyectos largos, ceñirse a un plan estático puede provocar que el producto final ya no se cubra la totalidad de las necesidades del cliente dado que estas han cambiado desde el inicio. Por tanto, durante el propio desarrollo del producto, es posible que se deban ampliar las características diseñadas inicialmente con tal de que no sea obsoleto antes de su salida al mercado.
- Incertidumbre: vivimos en un entorno rápido e inestable, donde cumplir el plan inicial no garantiza el éxito. La idea de “producto terminado” puede perder su sentido en determinados sectores (p.ej. software), dado que el producto siempre está en evolución. La capacidad de adaptación a partir de la retroalimentación e incorporación de nuevas ideas es fundamental.

En definitiva, la creación de valor mediante la adaptación a las necesidades cambiantes aparece en un primer plano frente a la tradicional idea de diseñar un plan y cumplir unos calendarios/requerimientos estáticos.

Según (Pérez, 2014) los proyectos gestionados con metodologías ágiles se inician sin un detalle cerrado de lo que va a ser construido. A nivel comercial, los proyectos pueden ser vendidos como servicios y no como productos.

3.2 Elección del estilo de gestión: ¿Tradicional o ágil?

Voy a citar tres ejemplos que se exponen en el libro Flexibilidad con Scrum (Juan Palacio) para entender mejor la diferencia entre ambas metodologías, ágiles y tradicionales:

Ejemplo 1:

La gestión tradicional o predictiva equivale a la persona que decide irse de viaje y planifica con exactitud qué ciudades, vuelos y hoteles va a visitar o reservar. Por otra parte, la gestión ágil corresponde a una persona que sabe que quiere conocer un país y que empezará la visita por la capital, pero deja la decisión de que ruta seguir para cuando haya llegado.

Si falla algún elemento del plan de la primera persona (p.ej. cancelación de un vuelo) debe buscar una alternativa para superar el obstáculo y poder así continuar con lo planificado inicialmente (p.ej. llegar a tiempo al espectáculo de una ciudad determinada para el cual ya había reservado las entradas). Mientras que la segunda persona, a medida que se encuentra cambios en el camino, se adapta con el objetivo de cumplir su propósito inicial: conocer el país.

No se trata de elegir un modelo como el mejor, simplemente habrá casos en los que convendrá una gestión predictiva (p.ej. la construcción de un puente) y otros en los que la opción ágil puede ser más beneficiosa (p.ej. desarrollo de software). El software es mucho más maleable, adaptable y fácil de reconstruir. Sin embargo, en la construcción de un puente no se pueden destruir parte de los cimientos para volver a rehacer con un diseño diferente a mitad de proyecto.

Otro aspecto importante es identificar donde se encuentra el valor en el sector donde va a tener lugar el proyecto. Podemos considerar 3 elementos fundamentales entre los cuales se reparte el valor:

- Personas
- Tecnología
- Procesos

Ejemplo 2:

Vuelvo a utilizar un ejemplo del libro Flexibilidad con Scrum (Juan Palacio). Montar un mueble del IKEA, puede ser un proyecto donde hay una persona, tecnología (el destornillador) y procesos (el manual de instrucciones). Podemos tener el mejor destornillador y el mejor manual, sin embargo el resultado dependerá siempre de las capacidades de la persona. Por tanto, en este caso el valor se reparte en primer lugar en la persona y en segundo en la tecnología y procesos.

Ejemplo 3:

Otro ejemplo, un cocinero que trabaje en un Mc Donalds es fácilmente reemplazable dado que lo importante en ese negocio es la tecnología y los procesos (es donde está el valor). Mientras que un cocinero de un restaurante de autor resulta fundamental (valor) enfrente del resto de elementos.

La gestión tradicional o predictiva tiende a valorar más los procesos (p.ej. planes preestablecidos, modelos de comunicación y autorización estrictos, etc.), mientras que la gestión ágil da una mayor importancia a las personas (p.ej. dando libertad, confianza y autonomía al equipo, potenciando la motivación, participación y creatividad, etc.)

3.3 Ventajas y desventajas de las metodologías tradicionales

3.3.1 Ventajas

El enfoque tradicional es más apropiado para proyectos con requisitos claros de usuarios iniciales y con metas claras del proyecto, por lo tanto con un nivel de incertidumbre muy bajo. Se espera que estos proyectos tengan una tasa de cambio de requisitos muy baja. No es necesario involucrar a los usuarios finales en el proyecto. En estas situaciones, se hará hincapié en la planificación, y en base al plan inicial, en el seguimiento previsible y lineal de ese plan de proyecto con el objetivo de optimizar las actividades del proyecto y la eficiencia en su ejecución. Es apropiado para proyectos en los que se requiere documentación formal en cualquier momento del proyecto (Figuroa, 2015).

También se observa que los proyectos más grandes, no importa si el tamaño está determinado por el número de miembros del equipo del proyecto o por la cantidad y complejidad de requisitos claramente definidos o incluso por duración son más apropiados para el enfoque tradicional de gestión de proyectos.

Uno de los factores clave del éxito de la selección de enfoques es el entorno organizativo: la organización puede estar desprevenida o incluso no está dispuesta a implementar nuevos enfoques, y la única manera en que tales situaciones es utilizar los procesos existentes, que es en la mayoría de los casos un enfoque tradicional.

Además, las organizaciones más grandes, con número de unidades organizativas involucradas en proyectos individuales, están más listas para usar el enfoque tradicional (Chin, 2004), ya que este enfoque pone énfasis en el control del trabajo. Por la misma razón de control, y el hecho de que la importancia del factor humano no es tan acentuada en el enfoque tradicional, se recomienda utilizar el enfoque tradicional si los miembros del equipo no están de acuerdo en el enfoque diferente, si los miembros del equipo son menos experimentados, o si los directores de proyectos no están en contacto cotidiano con los miembros del equipo.

Se recomienda utilizar el enfoque tradicional si la criticidad del sistema es una de las características clave del proyecto, cuando las consecuencias de la falla del sistema pueden ser muy graves (Špundaka, 2015).

3.3.2 Desventajas

- A pesar de que el enfoque tradicional de la gestión de proyectos enfatiza la robustez como una de sus ventajas, prescribiendo que los mismos métodos y técnicas podrían aplicarse uniformemente a todos los proyectos, se menciona cada vez más como una de las desventajas cruciales de este enfoque.
- La suposición de que el proyecto está aislado de su entorno causa la segunda mayor desventaja del enfoque tradicional
- Las principales razones de la inadecuación del enfoque tradicional a la mayoría de los proyectos actuales son la complejidad estructural, la incertidumbre en la definición de objetivos y las limitaciones de tiempo del proyecto.

3.4 Ventajas y desventajas de las metodologías ágiles

3.4.1 Ventajas de Ágil

Ágil ofrece un modelo increíblemente flexible, que permite adaptarse evolutivamente a las necesidades de un mundo cambiante. El proyecto se divide en pequeñas tareas desarrolladas por grupos independientes que trabajan simultáneamente e interaccionan entre ellos. Los clientes intervienen y las pruebas del producto ocurren simultáneamente a la realización del proyecto, con lo cual se consigue una mejora continua y una adecuación constante del producto a las necesidades reales.

Como dice (Avalos, 2015) la metodología Ágil es especialmente útil cuando el objetivo del proyecto no está claramente definido o cuando el cliente no conoce cuáles son exactamente sus necesidades. El feedback mutuo entre el equipo del proyecto y los clientes, conseguirá que progresivamente los objetivos del cliente y el producto facilitado por el equipo vayan convergiendo hacia un mismo punto, consiguiendo un resultado satisfactorio.

En estas metodologías la comunicación cobra un papel fundamental, tanto entre los miembros del equipo, entre los diferentes equipos que se reparten las tareas de un proyecto, y entre todos estos y los clientes (Pastrana, Intelligence to business, 2014).

Contrariamente al enfoque tradicional, el impacto del factor humano y especialmente la comunicación entre los miembros del equipo del proyecto se acentúa hasta el punto de que se recomienda que los miembros del equipo del proyecto sean muy buenos. La recomendación es también que esos miembros del equipo trabajen en una ubicación común en equipos más pequeños.

La comunicación integra los procesos de desarrollo, consigue la cohesión entre el personal y los clientes y garantiza la coherencia del resultado del proyecto con los objetivos que se van planteando de manera dinámica.

Los proyectos se organizan de forma iterativa, no lineal, con frecuentes modificaciones y actualizaciones del plan del proyecto y requieren una estrecha y frecuente colaboración con el usuario final durante el proyecto. Este enfoque iterativo también ayuda en la implementación rápida que se requiere debido a limitaciones de tiempo limitadas.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Y por la razón de una mejor supervisión y control de los proyectos, los requisitos se organizan de forma funcional.

La consecuencia es que los proyectos ágiles y adecuados no ponen énfasis en una extensa documentación, por lo que el conocimiento del proyecto es principalmente tácito.

3.4.2 Desventajas de Ágil

Precisamente como consecuencia de su flexibilidad, Ágil muestra una estructura muy débil. Existe poca exactitud en la planificación del proyecto, desde los plazos de entrega hasta los presupuestos. Como no existe un plan concreto, todo parece flotar en el vacío.

Además, como también se dijo antes, la comunicación, la implicación personal y la colaboración se necesitan para garantizar el éxito de un proceso Ágil. (Pastrana, Intelligence to business, 2014) Esto puede ser problemático, especialmente si trabajamos con equipos poco colaboradores.

La necesidad de una estrecha y permanente comunicación, puede consumir mucho tiempo en reuniones e intercambios de contenidos.

Por su parte, además, las metodologías ágiles son mucho más dependientes de la presencia de las mismas personas desde el principio hasta el final del proyecto. El abandono de alguno de los integrantes del equipo se acusará mucho más que en la metodología predictiva (Burke, R. 2013).

3.5 Tablas comparativas entre metodologías tradicionales y ágiles



Ilustración 3-1. Diferencias entre metodologías ágiles y tradicionales. Extraída de wordpress

Debido a las diferencias significativas en la organización del trabajo de los proyectos en comparación con el enfoque tradicional, el entorno organizacional impacta significativamente en la implementación del enfoque ágil de gestión de proyectos y la organización debe estar preparada para aceptar los cambios impuestos por el enfoque ágil.

Para poder diferenciar cuándo es mejor usar una metodología u otra (o una mezcla de ambas), tenemos que definir los llamados “elementos metodológicos” que consisten en los términos más amplios de los siguientes elementos interconectados: procesos, hitos, calidad, productos, normas, actividades, técnicas, herramientas, equipos, roles, habilidades y personalidades y los valores de los equipos. Incluyen como tipos de elementos metodológicos procesos de gestión de proyectos, herramientas, técnicas, mejores prácticas, valores y terminología común.

La decisión sobre los elementos a escoger debe ser sobretodo basada en las características específicas del proyecto y de la organización, pero también podría basarse en la experiencia y el conocimiento experto del jefe de proyecto.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Las metodologías de gestión de proyectos con un número básico de elementos se denominan generalmente ligeras, mientras que las metodologías que incluyen un gran número de elementos se denominan pesadas.

Los factores que podrían influir más en la selección de los elementos metodológicos son de acuerdo con Cockburn (2000), el tamaño del proyecto, la criticidad del proyecto (producto), las prioridades del proyecto y la decisión del gerente de proyecto personal. Estos factores podrían ampliarse con el tamaño y la experiencia del equipo del proyecto, el número y la ubicación de las partes interesadas, la flexibilidad de los requisitos, la comprensión y la disponibilidad del cliente, los costos, el tiempo, los riesgos y la posibilidad de un enfoque iterativo.

Los elementos que deberían utilizarse requerirían nuevas investigaciones de varias maneras. (Burke, R. 2013) El primero debería ser identificar los elementos de la metodología dentro de la metodología de gestión de proyectos y el segundo debería ser investigar qué características del proyecto se deben utilizar para la selección de elementos de la metodología de gestión de proyectos.

3.5.1 Tablas comparativas

A partir de tablas de fuentes como:

Fabiola, T. C. (2015)

Figueroa, R. (2015)

Londoño, J. H. (2014)

Gómez1, O. T. (2010)

He realizado una síntesis en la siguiente tabla comparativa, mostrada a continuación en la página posterior:

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

	Métodos Ágiles	Métodos Tradicionales
Enfoque	Adaptación	Predictivo
Éxito de Medición	Valor del Negocio	Conformación de planificar
Tamaño del proyecto	pequeño	grande
Estilo de gestión	Descentralizada	Autocrático
Perspectiva para el Cambio	Cambio y Adaptabilidad	Cambio y Sostenibilidad
Cultura	Liderazgo-Colaboración	Comandos de control
Documentación	Bajo	Pesado
Énfasis	Orientada a las personas	Orientado a los procesos
Ciclos	Muchos	Limitado
Dominio	Impredecible exploratorio	Previsible
Planificación por adelantado	Mínimo	Exhaustivo
Retorno de la Inversión	A principios de Proyecto	Fin de Proyecto
Tamaño del equipo	Pequeños / Creatividad	Grande

Ilustración 3-2. Tabla de diferencias entre metodologías ágiles y tradicionales (elaboración propia)

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Un ejemplo de comparación entre metodologías es el de Ticona Condori Shirley Fabiola que compara dos métodos, el tradicional RUP (aunque hemos visto que es un caso particular de tradicional que tiene rasgos ágiles) con el XP. La tabla comparativa se muestra a continuación:

Ticona Condori Shirley Fabiola

TABLA COMPARATIVA

CARACTERISTICA	RUP	XP
Tamaño del Grupo	Para grupos pequeños hasta 4 personas	Para grupos Grandes mas de 5 personas
Obtención de Requisitos	Casos de Uso	Historia de Usuario
Carga de Trabajo	Mayor	Menor
Relación con el Cliente	Se presentan artefactos es muy Formal	No tiene formalismos
Documentación	Mucha	Poca
Duración de Proyectos	Largo	Corto
Detención de errores	En forma temprana	A largo Plazo
Reutilización del Código	Si	Si
Simplicidad en el Diseño	No	Si
Centrado en la Arquitectura	Si	No
Soporte Técnico Continuo	Menor	Mayor
Diseño Simple	No	Si
Desarrollo	Iterativo	Iterativo
Evaluación del Estado de Proyecto	Largo	Corto
Accesibilidad al código fuente por parte del cliente	Poca	Mucha

Mientras que el RUP intenta reducir la complejidad del software por medio de estructura y la preparación de las tareas pendientes en función de los objetivos de la fase y actividad actual, XP, como toda metodología ágil, lo intenta por medio de un trabajo orientado directamente al objetivo, basado en las relaciones Interpersonales y la velocidad de reacción.

Ilustración 3-3. Tabla comparativa entre la metodología RUP y XP. Fuente: Ticona Condori, 2014

A partir de esta tabla y de otras fuentes y ejemplos hemos elaborado una tabla que integre las ideas básicas de los criterios a tener en cuenta para la elección de una metodología:

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Característica	Enfoque tradicional	Enfoque ágil
Producto	Algo ya hecho en otro momento	Nuevos, innovadores
Requisitos, alcance	Claros requisitos iniciales; Baja tasa de cambio creativo	Innovador; Requisitos no claros
Cambios	Pocos o ninguno	Adaptabilidad a cambios
Usuarios, clientes	No involucrados	Estrecha y frecuente colaboración
Documentación	Documentación formal requerida	Conocimiento tácito
Tamaño del proyecto (miembros de equipo, cantidad y complejidad de requisitos, duración)	Proyectos más grandes	Proyectos más pequeños
Apoyo organizacional	Utiliza los procesos existentes; Organizaciones más grandes	Preparadas para adoptar un enfoque ágil
Miembros del equipo	No se acentuaron; Fluctuación esperada; Equipo distribuido. Menos experimentados	Equipo colocado; Equipo más pequeño. Altamente cualificado
Comunicación y colaboración miembros del equipo	Poco, apenas están en contacto	Mucho
Riesgos	Sistema falla consecuencias graves	Sistemas menos críticos
Plan del proyecto	Simple, predecible, lineal	Complejo iterativo
Robustez (aplicar los mismos métodos a todos los proyectos)	Mucha	Poca
Relación con su entorno	Aislado	Dependiente
Tiempo	Si hay cambios, puede ampliarse mucho	Responde mejor ante los cambios las limitaciones del tiempo
Control del proyecto	Alto	Medio

Ilustración 3-4. Tabla comparativa entre ágil y tradicional en función de unos criterios. Elaboración propia

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

De todos esos criterios hemos elegido los más importantes y valiosos a la hora de tener en cuenta para elegir el método más conveniente a nuestro proyecto en concreto:

	Criterios
1	Tamaño del equipo
2	Tamaño del proyecto (complejidad, duración)
3	Estilo de gestión y cultura de la empresa
4	Comunicación entre miembros del equipo
5	Relacion con el cliente
6	Documentacion requerida
7	Perspectiva para el cambio
8	Producto
9	Requisitos
10	Riesgos y consecuencias de fallo
11	Relación con el entorno
12	Control y supervisión del proyecto

Ilustración 3-5. Criterios elegidos para comparar metodologías. Elaboración propia

1. **Tamaño del equipo:** se refiere al número de miembros que van a componer el equipo del proyecto.
2. **Tamaño del proyecto:** el tamaño del proyecto viene condicionado sobre todo por dos factores, la complejidad del mismo de llevarlo a cabo, y la duración.
3. **Estilo de gestión y cultura de la empresa:** las empresas tienen diferentes políticas en relación a sus empleados. Hay empresas que siguen un estilo autoritario, con los puestos y cargos bien definidos, donde cada uno sabe quién es su superior y a quien debe obedecer. Por el lado contrario hay empresas que prefieren un estilo más descentralizado, que favorezca más el intercambio de ideas y donde los cargos no sean fijos y rígidos, sino flexibles.
4. **Comunicación entre miembros del equipo:** la comunicación entre el equipo de proyecto es clave en muchos proyectos para que se lleven a cabo de un modo satisfactorio. Pero en otros casos, no es necesario la excesiva comunicación entre los miembros del equipo, suponiendo una pérdida de tiempo.
5. **Relación con el cliente:** las reuniones con el cliente pueden ser escasas si los requisitos están bien claros y definidos desde un comienzo del

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

proyecto, o si no hay cambios a lo largo de la vida de éste. El problema es que en muchos proyectos las necesidades van cambiando y es necesario establecer nuevos requisitos con el cliente, por lo que sería fundamental la relación con el cliente en este caso.

6. Documentación requerida: Dependiendo del proyecto, nos podemos encontrar con proyectos que necesiten justificaciones en cada una o alguna de las fases del mismo, como informes que aseguren que el proyecto progresa adecuadamente. Esto lo puede pedir el mismo cliente o el director del proyecto. Sin embargo hay proyectos que no necesitan de estos documentos y no es necesario invertir tiempo en redactarlos o reunirlos para justificar el proyecto.
7. Perspectiva para el cambio: Aquí nos referimos a la tendencia del proyecto en un futuro. Si se espera que todo salga según lo planeado o si por el contrario será necesario realizar cambios en el mismo a lo largo de su ciclo de vida.
8. Producto: Aquí podemos diferenciar desde productos ya hechos habitualmente en otros proyectos, o productos más novedosos.
9. Requisitos: Según este criterio, nos encontramos desde proyectos en los cuales los requisitos y el alcance están perfectamente definidos, hasta proyectos donde la incertidumbre es muy elevada y no es posible definir los requisitos inicialmente, o no de manera clara.
10. Riesgos y consecuencias de fallo: Hay proyectos en los que un pequeño fallo en la planificación del mismo puede ser catastrófico para el resultado final, al igual que hay otros proyectos en los que un fallo puede no tener mucha importancia y se puede reaccionar de forma rápida sin ningún problema.
11. Relación con el entorno: Las decisiones políticas, ambientales o económicas influyen de manera muy distinta en cada proyecto. Así pues hay proyectos que son prácticamente independientes del entorno, y otros que están estrechamente relacionados.
12. Control y supervisión del proyecto: La monitorización del proyecto es una actividad muy importante que se realiza durante toda la vida del proyecto. Esta actividad permite comparar el desempeño real del proyecto con el previsto, y de esta manera disponer de datos para evaluarlo y determinar las acciones necesarias. El hecho de evaluar el desempeño ayuda a la identificación de riesgos para implementar las

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

acciones necesarias. Se trata de una tarea permanente en el sentido que se continuarán monitorizando las nuevas medidas implementadas. Habrá proyectos en los cuales será crucial hacer un seguimiento del mismo, mientras que en otros habrá más libertad a la hora de actuar y controlar.

4 Metodología AHP

Para realizar este resumen he utilizado información procedente de:

(Jiménez, J. M. M., 2002)

(*Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 92(4), 387-397., 2011).

(MORENO JIMÉNEZ, 2000)

(Bruno., T. H., 2015)

4.1 Introducción

El Proceso de Análisis Jerárquico, desarrollado por Thomas L. Saaty (The Analytic Hierarchy Process, 1980) está diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples. Se trata de una metodología que se puede dentro de los “métodos basados en pesos y ordenación (ranking, Υ)” y dentro de estos a su vez dentro de los “modelos de scoring o de jerarquía”.

Es importante destacar que se trata de un método compensatorio y que es uno de los más utilizados por las altas direcciones en materia de toma de decisiones.

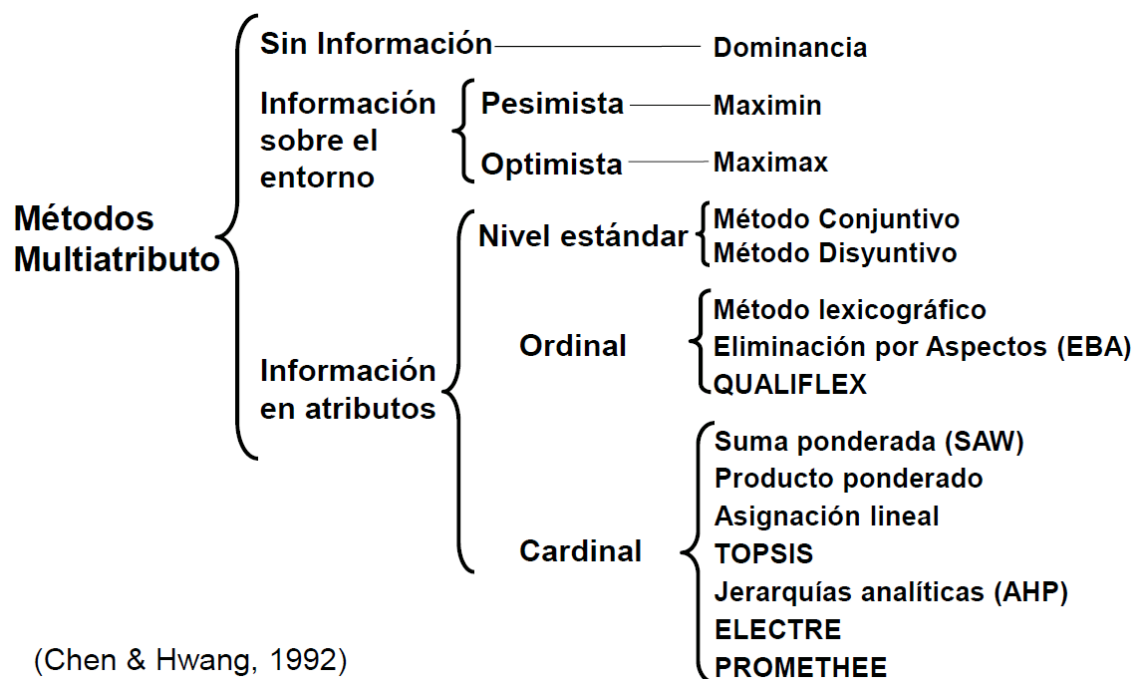


Ilustración 4-1. Clasificación de métodos multiatributo. Extraída de Chen y Hwang 1992

Problemática	Objetivo	Resultado	Procedimiento
α	Elección de un subconjunto de acciones conteniendo las acciones "mejores" o como poco "satisfactorias"	Elección	Selección
β	Selección por asignación de acciones a unas categorías predefinidas	Selección	Asignación
γ	Ordenación de clases de equivalencia compuestas de acciones, estas clases están ordenadas de modo completa o parcial	Ordenación	Clasificación

(Roy y Bouyssou, 1993)

Ilustración 4-2. Clasificación de los métodos en función de su procedimiento. Extráido de Roy Bouyssou 1993

El proceso requiere que quien toma las decisiones proporcione evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y que, después, especifique su preferencia con respecto a cada una de las alternativas de decisión y para cada criterio.

El resultado del AHP es una jerarquización con prioridades que muestran la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión. En un ambiente de certidumbre, el AHP proporciona la posibilidad de incluir datos cuantitativos relativos a las alternativas de decisión.

La ventaja del AHP consiste en que adicionalmente permite incorporar aspectos cualitativos que suelen quedarse fuera del análisis debido a su complejidad para ser medidos, pero que pueden ser relevantes en algunos casos.

El AHP, mediante la construcción de un modelo jerárquico, permite de una manera eficiente y gráfica organizar la información respecto de un problema, descomponerla y analizarla por partes, visualizar los efectos de cambios en los niveles y sintetizar. El AHP "se trata de desmenuzar un problema y luego unir todas las soluciones de los subproblemas en una conclusión".

4.2 Fundamento del método

Según (Bruno., 2015) el AHP se fundamenta en:

- La estructuración del modelo jerárquico (representación del problema mediante identificación de meta, criterios, subcriterios y alternativas).

- Priorización de los elementos del modelo jerárquico.
- Comparaciones binarias entre los elementos.
- Evaluación de los elementos mediante asignación de “pesos”.
- Ranking de las alternativas de acuerdo con los pesos dados.
- Síntesis.
- Análisis de Sensibilidad.

4.3 Ventajas

Algunas de las ventajas del AHP frente a otros métodos de Decisión Multicriterio son:

- Presentar un sustento matemático.
- Permitir desglosar y analizar un problema por partes.
- Permitir medir criterios cuantitativos y cualitativos mediante una escala común.
- Incluir la participación de diferentes personas grupos de interés y generar un consenso.
- Permitir verificar el índice de consistencia y hacer las correcciones, si es del caso.
- Generar una síntesis y dar la posibilidad de realizar análisis de sensibilidad.
- Es de fácil uso y permitir que su solución se pueda complementar con métodos matemáticos de optimización.

4.4 Base matemática y establecimiento de prioridades

“El AHP trata directamente con pares ordenados de prioridades de importancia, preferencia o probabilidad de pares de elementos en función de un atributo o criterio común representado en la jerarquía de decisión. Creemos que este es el método natural (pero refinado) que la gente siguió al tomar decisiones mucho antes que se desarrollaran funciones de utilidad y antes que se desarrollara formalmente el AHP”.

“El AHP hace posible la toma de decisiones grupal mediante el agregado de opiniones, de tal manera que satisfaga la relación recíproca al comparar dos elementos. Luego toma el promedio geométrico de las opiniones. Cuando el grupo consiste en expertos, cada uno elabora su propia jerarquía, y el AHP combina los resultados por el promedio geométrico”.

El AHP, pide a quien toma las decisiones señalar una preferencia o prioridad con respecto a cada alternativa de decisión en términos de la medida en la que contribuya a cada criterio. Teniendo la información sobre la importancia relativa y las preferencias, se utiliza el proceso matemático denominado síntesis, para resumir la información y para proporcionar una jerarquización de prioridades de las alternativas, en términos de la preferencia global.

4.4.1 Comparaciones pareadas

Las comparaciones pareadas son bases fundamentales del AHP. El AHP utiliza una escala subyacente con valores de 1 a 9 para calificar las preferencias relativas de los dos elementos. Se presentan las calificaciones numéricas que se recomiendan para las preferencias verbales expresadas por el decisor. Investigaciones anteriores han determinado que está es una escala razonable para distinguir las preferencias entre dos alternativas.

En la siguiente página se muestra la escala de preferencias:

ESCALA DE PREFERENCIAS

Planteamiento verbal de la preferencia	Calificación Numérica
Extremadamente preferible	9
Entre muy fuertemente y extremadamente preferible	8
Muy fuertemente preferible	7
Entre fuertemente y muy fuertemente preferible	6
Fuertemente preferible	5
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Moderadamente preferible	3
Entre igualmente y moderadamente preferible	2
Igualmente preferible	1

Ilustración 4-3. Escala de preferencias del método AHP. Elaboración propia a partir de los conocimientos adquiridos

4.4.2 Matriz de comparaciones pareadas

Es una matriz cuadrada que contiene comparaciones pareadas de alternativas o criterios.

Sea A una matriz $n \times n$, donde $n \in \mathbb{Z}^+$. Sea a_{ij} el elemento (i, j) de A , para $i = 1, 2, \dots, n$, y $j = 1, 2, \dots, n$. Decimos que A es una matriz de comparaciones pareadas de n alternativas, si a_{ij} es la medida de la preferencia de la alternativa en el renglón i cuando se le compara con la alternativa de la columna j . Cuando $i = j$, el valor de a_{ij} será igual a 1, pues se está comparando la alternativa consigo misma.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Además se cumple que: $a_{ij} \cdot a_{ji} = 1$; es decir:

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & & 1 \end{pmatrix}$$

El AHP sustenta esto con los siguientes axiomas:

Axioma No. 1: Referido a la condición de juicios recíprocos: Si **A** es una matriz de comparaciones pareadas se cumple que $a_{ij} = 1 / a_{ji}$

Axioma No. 2: Referido a la condición de homogeneidad de los elementos: Los elementos que se comparan son del mismo orden de magnitud, o jerarquía.

Axioma No. 3: Referido a la condición de estructura jerárquica o estructura dependiente: Existe dependencia jerárquica en los elementos de dos niveles consecutivos.

Axioma No. 4: Referido a la condición de expectativas de orden de rango: Las expectativas deben estar representadas en la estructura en términos de criterios y alternativas.

4.4.3 Síntesis

Una vez que se elabora la matriz de comparaciones pareadas se puede calcular lo que se denomina *prioridad* de cada uno de los elementos que se comparan. A esta parte del AHP se le conoce como *sintetización*. El proceso matemático preciso que se requiere para realizar tal sintetización implica el cálculo de valores y vectores característicos. El siguiente procedimiento de tres pasos proporciona una buena aproximación de las prioridades sintetizadas.

4.4.4 Procedimiento para sintetizar juicios

Paso 1: Sumar los valores en cada columna de la matriz de comparaciones pareadas.

Paso 2: Dividir cada elemento de tal matriz entre el total de su columna; a la matriz resultante se le denomina matriz de comparaciones pareadas normalizada.

Paso 3: Calcular el promedio de los elementos de cada renglón de las prioridades relativas de los elementos que se comparan.

4.4.5 Matriz de prioridades

Se considera las prioridades de cada criterio en términos de la meta global:

$$\begin{array}{c} \text{Meta} \\ \text{Global} \\ \text{Criterio 1} \\ \text{Criterio 2} \\ \dots \\ \text{Criterio } m \end{array} \begin{pmatrix} P'_1 \\ P'_2 \\ \dots \\ P'_m \end{pmatrix}$$

Donde m es el número de criterios y P'_i es la prioridad del criterio i con respecto a la meta global, para $i = 1, 2, \dots, m$.

Se denominada matriz de prioridades a la que resume las prioridades para cada alternativa en términos de cada criterio. Para m criterios y n alternativas tenemos:

$$\begin{array}{c}
 \text{Criterio 1} \quad \text{Criterio 2} \quad \dots \quad \text{Criterio m} \\
 \left. \begin{array}{l}
 \text{Alternativa 1} \\
 \text{Alternativa 2} \\
 \dots \\
 \text{Alternativa n}
 \end{array} \right\} \begin{pmatrix}
 P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1m} \\
 P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2m} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nm}
 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

Donde P_{ij} es la prioridad de la alternativa i con respecto al criterio j , para $i = 1, 2, \dots, n$; y $j = 1, 2, \dots, m$. La prioridad global para cada alternativa de decisión se resume en el vector columna que resulta del producto de la matriz de prioridades con el vector de prioridades de los criterios.

$$\begin{pmatrix}
 P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1m} \\
 P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2m} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nm}
 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix}
 P'_1 \\
 P'_2 \\
 \dots \\
 P'_m
 \end{pmatrix}
 =
 \begin{pmatrix}
 Pg_1 \\
 Pg_2 \\
 \dots \\
 Pg_n
 \end{pmatrix}$$

Donde Pg_i es la prioridad global (respecto a la meta global) de la alternativa i ($i = 1, 2, \dots, n$).

4.4.6 Consistencia

Una consideración importante en términos de la calidad de la decisión final se refiere a la consistencia de los juicios que muestra el tomador de decisiones en el transcurso de la serie de comparaciones pareadas. Se debe tener presente que la consistencia perfecta es muy difícil de lograr y que es de esperar cierta inconsistencia en casi cualquier conjunto de comparaciones pareadas, después de todo son juicios rendidos por seres humanos.

El AHP ofrece un método para medir el grado de consistencia entre las opiniones pareadas que proporciona el decisor. Si el grado de consistencia es aceptable, puede continuarse con el proceso de decisión. Si el grado de

consistencia es inaceptable, quien toma las decisiones debe reconsiderar y posiblemente modificar sus juicios sobre las comparaciones pareadas antes de continuar con el análisis.

De forma matemática, decimos que una matriz de comparación A $n \times n$ es consistente si: $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$, para $i, j, k = 1, 2, \dots, n$

Esta propiedad requiere que todas las columnas (y renglones) de A sean linealmente dependientes. En particular, las columnas de cualquier matriz de comparación 2×2 son dependientes y, por tanto una matriz 2×2 siempre es consistente.

Para determinar si un nivel de consistencia es o no "razonable", necesitamos desarrollar una medida cuantificable para la matriz de comparación A $n \times n$ (donde n es el número de alternativas a comparadas). Se sabe que si la matriz A es perfectamente consistente produce una matriz N $n \times n$ normalizada³, de elementos w_{ij} (para $i, j = 1, 2, \dots, n$), tal que todas las columnas son idénticas, es decir, $w_{12} = w_{13} = \dots = w_{1n} = w_1$; $w_{21} = w_{23} = \dots = w_{2n} = w_2$; $w_{n1} = w_{n2} = \dots = w_{nn} = w_n$

$$\mathbf{N} = \begin{pmatrix} w_1 & w_1 & \dots & w_1 \\ w_2 & w_2 & \dots & w_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_n & w_n & \dots & w_n \end{pmatrix}$$

Se concluye entonces que la matriz de comparación correspondiente A , se puede determinar a partir de N , dividiendo los elementos de la columna i entre w_i (que es el proceso inverso de determinación de N a partir de A). Entonces tenemos:

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

De la definición dada de A , tenemos:

$$\begin{pmatrix} 1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} nw_1 \\ nw_2 \\ \vdots \\ nw_n \end{pmatrix} = n \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix}$$

De forma más compacta, decimos que A es consistente si y sólo si,

$$AW = nW$$

donde W es un vector columna de pesos relativos w_i , ($j = 1, 2, \dots, n$) se aproxima con el promedio de los n elementos del renglón en la matriz normalizada N. Haciendo \bar{W} el estimado calculado, se puede mostrar que:

$$A \bar{W} = n_{max} \bar{W}$$

donde $n_{max} \geq n$. En este caso, entre más cercana sea n_{max} a n, más consistente será la matriz de comparación A.

Como resultado, el AHP calcula la razón de consistencia (RC) como el cociente entre el índice de consistencia de A y el índice de consistencia aleatorio.

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

Donde IC es el índice de consistencia de A y se calcula como sigue:

$$IC = \frac{n_{max} - n}{n - 1}$$

IA es el índice de consistencia aleatoria de A, es el índice de consistencia de una matriz de comparaciones pareadas generada en forma aleatoria. Se puede mostrar que el IA depende del número de elementos que se comparan, y asume los siguientes valores:

Nº de Elementos que se comparan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Indice Aleatorio de Consistencia (IA)	0	0	0.58	0.89	1.11	1.24	1.32	1.40	1.45	1.49

Algunos autores sugieren la siguiente estimación para el IA:

$$IA = \frac{1.98(n-2)}{n}$$

Se calcula la razón de consistencia (RC) (o CR, de Consistency Ratio). Esta razón o cociente está diseñado de manera que los valores que exceden de 0.10 son señal de juicios inconsistentes; es probable que en estos casos el tomador de decisiones desee reconsiderar y modificar los valores originales de la matriz de comparaciones pareadas. Se considera que los valores de la razón de consistencia de 0.10 o menos son señal de un nivel razonable de consistencia en las comparaciones pareadas.

RC ≤ 0.10 : Consistencia Razonable

RC > 0.10 : Inconsistencia

4.5 Preparación y organización para aplicar el AHP

Es preciso llevar a cabo una seria y cuidadosa planeación por parte del grupo de trabajo encargado de la aplicación del mismo. Aunque el problema a abordar sea diferente en cada caso particular, los aspectos que se presentan a continuación, deben tenerse en cuenta de manera general, por aquellos interesados en utilizar el AHP.

4.5.1 Definición de los participantes

Se debe definir el equipo de trabajo, normalmente se conforma por las personas directamente involucradas en coordinar la aplicación del AHP. Este equipo de trabajo es el responsable de identificar cuidadosamente los actores que deben participar en el proceso de toma de decisión. Deben quedar

resueltas preguntas como: quiénes, cuántos, nivel de educación requerido, a quién representan, por qué deben formar parte del proceso, ya sea por su conocimiento de la situación problema o, porque representan a un grupo de interés, entre otros.

4.5.2 Información requerida

Este es un elemento básico para la toma de decisión. Es necesario identificar la cantidad y calidad de información requerida para el proceso. Esta información puede ser de índole científica, técnica y la dada por la experiencia y conocimiento de los participantes. Puede darse el caso que en el proceso de aplicación del AHP surja la necesidad o interés por parte de los participantes de disponer de información nueva o complementaria de la que se dispone en la sesión. En ese caso se debe analizar la pertinencia de la misma, el tiempo el y proceso requerido para disponer de esa información adicional y poder continuar el proceso de toma de decisión.

4.5.3 Tiempo y otros recursos asociados con el proceso

Es necesario establecer el tiempo con el cual se dispone para llevar a cabo el proceso de decisión. Esto afectará la elaboración y desarrollo del Plan de Trabajo: fechas, agenda, logística, materiales a utilizarse, número de participantes convocados, etc.

No se recomienda aplicar el AHP si se cuenta con escaso tiempo para tomar decisiones frente a problemas complejos, puesto que tratar de acelerar algunas etapas del mismo, puede afectar negativamente la validez de los resultados.

Adicionalmente se requiere nombrar al facilitador para la aplicación del AHP. Éste debe tener la habilidad de guiar el proceso, animar y orientar a los participantes y hacer un buen uso del tiempo disponible, sin llegar a dominar o manipular la sesión.

El facilitador debe buscar que los participantes tengan una comprensión del método y su filosofía y así mismo lograr homogeneidad en el lenguaje para la definición del objetivo y la construcción y evaluación del modelo. Por ejemplo en lo concerniente a los términos a utilizar para que todos los participantes

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

entiendan lo mismo y diferencien los conceptos: objetivo, criterio, subcriterio, y en el significado de los valores de la escala a utilizar para evaluar el modelo. Seguramente el facilitador deberá enfrentarse a “situaciones sorpresa”, como confrontación entre algunos miembros, falta de voluntad de algunos participantes para expresar su opinión o sus verdaderas preferencias, entre otros.

El grupo coordinador encargado de aplicar el AHP debe analizar y seleccionar previamente cuáles son las técnicas más adecuadas a desarrollar con los participantes para facilitar y fortalecer el desarrollo de la sesión. En algunos casos se pueden utilizar técnicas más familiares para el auditorio para la construcción del Modelo Jerárquico, por ejemplo en la pared con cartulinas, en el pizarrón y no directamente con la utilización del programa. En otros casos se podrá construir el modelo simultáneamente, en el computador y en la pared o en el pizarrón.

Cuando se aplique el AHP mediante la formación de grupos se debe ser cuidadoso en la organización de los mismos. Si hay dentro de un subgrupo muchos participantes con posiciones contrarias, pueden generarse conflictos durante toda la sesión.

Debe tenerse en cuenta el tiempo requerido y disponible para aplicar eficientemente el AHP. En algunos casos, los participantes pueden mostrarse cansados al final del día y no dar mayor atención a la evaluación del modelo, lo cual puede afectar la validez de los resultados.

La adquisición del programa requerirá un costo para la entidad encargada. Dependiendo del caso particular, puede requerirse presupuesto para capacitación en el uso del programa y asesoramiento por parte de un experto en el tema. Otros gastos corresponderán al traslado de los técnicos y participantes al lugar del evento, viáticos, entre otros.

4.6 Esquema metodológico del AHP

4.6.1 Estructuración del modelo jerárquico

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Una de las partes más relevantes del AHP, consiste en la estructuración de la jerarquía del problema, etapa en la cual el grupo decisor involucrado debe lograr desglosar el problema en sus componentes relevantes.

La jerarquía básica está conformado por: meta u objetivo General, criterios y alternativas.

Los pasos a seguir para la estructuración del modelo jerárquico son:

1. Identificación del Problema.
2. Definición del Objetivo.
3. Identificación de Criterios.
4. Identificación de Alternativas.

4.6.1.1 Identificación del problema

Es la situación que se desea resolver mediante la selección de una de las alternativas de las que se dispone o la priorización (ranking) de ellas.

Dichas alternativas serán comparadas unas con otras mediante la evaluación de criterios establecidos que permitan conocer los pro y los contras incorporados en cada una de ellas.

Normalmente se requiere invertir varias horas para identificar el problema real y principal, lo cual puede darse después de una serie de discusiones en las que se han listado muchos problemas y es necesario priorizarlos y decidir cuál se seleccionará para su análisis.

4.6.1.2 Definición del objetivo

Un objetivo es una dirección identificada para mejorar una situación existente. El objetivo está en un nivel independiente y los otros elementos de la jerarquía que serán los sub-objetivos o criterios, subcriterios y alternativas apuntan en conjunto a la consecución del mismo.

Hay objetivos de largo, mediano y corto plazo y esta diferenciación influirá directamente en la construcción del modelo jerárquico.

El objetivo u objetivos serán establecidos por el grupo decisor involucrado. Vale la pena tener en cuenta que la definición de objetivos puede ser una tarea difícil porque algunas veces serán contrapuestos entre las personas. No obstante, los objetivos determinados finalmente deben representar las necesidades e intereses generales.

4.6.1.3 Identificación de los criterios

Son las dimensiones relevantes que afectan significativamente a los objetivos y deben expresar las preferencias de los implicados en la toma de decisión. Se deben incluir aspectos vitales cuantitativos y cualitativos a tener en cuenta en la toma de decisión.

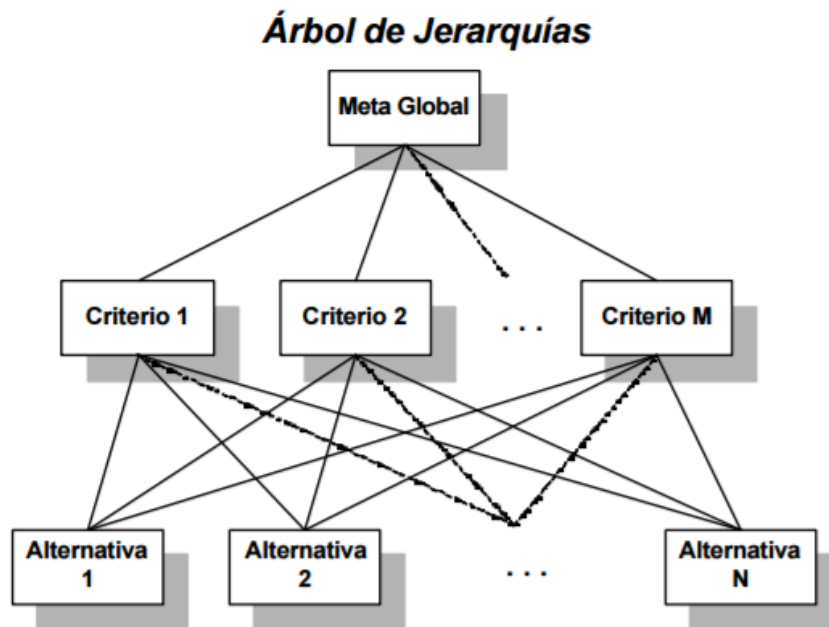
Normalmente hay aspectos cualitativos que pueden incidir fuertemente en la decisión, pero que no son incorporados debido a su complejidad para definirles algún esquema de medición que revele su grado de aporte en el proceso de toma de decisión.

4.6.1.4 Identificación de las alternativas

Corresponden a propuestas factibles mediante las cuales se podrá alcanzar el objetivo general. Cada una de las alternativas presenta características con pro y contras.

4.6.1.5 Árbol de las jerarquías

Consiste en elaborar una representación gráfica del problema en términos de la meta global, los criterios y las alternativas de decisión. Esta gráfica recibe el nombre de Árbol de Jerarquías e ilustra la jerarquía para el problema. Se muestra en la página siguiente:



El método AHP consiste en hacer que el decisor especifique sus opiniones con respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios en términos de su contribución al logro de la meta global.

Cuando se construye la Jerarquía, se puede hacer de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba. La construcción de arriba hacia abajo se inicia con la identificación de los criterios más globales, es decir desde lo más general hasta lo más particular. De esta manera, todos los aspectos generales recopilados en la definición del problema están presentes en ese primer nivel a manera de criterios.

Cada criterio identificado debe ir acompañado de una descripción de lo que significa. Si se requiere, de los criterios pueden desprenderse subcriterios. Estos últimos deben guardar una relación jerárquica con el criterio del que se desprenden.

En la construcción de abajo hacia arriba el proceso se desarrolla a la inversa. Primero se generan todas las características que permiten diferenciar entre las alternativas y posteriormente se construye el modelo jerárquico agrupando aquellas características que mantienen un factor común a manera de criterios o subcriterios, según sea el caso, hasta llegar al objetivo general.

El sentido en que se comienza a construir va a depender de los datos disponibles e inclusive del grupo decisor. Si en la elaboración están definidas las alternativas y se conocen sus pros y contras, se puede iniciar el modelo de abajo hacia arriba. En caso contrario, se recomienda iniciar desde arriba hacia

abajo, puesto que es un enfoque para situaciones de planeación estratégica en donde los objetivos están más claros que las alternativas.

4.6.2 Evaluación del modelo

En la evaluación se examinan los elementos del problema aisladamente por medio de comparaciones de a pares. Las evaluaciones o juicios son emitidos por cada analista o grupo de interés.

De esta forma, el éxito en esta etapa dependerá de la inclusión de los grupos de interés o decisores que se verán representados en el modelo construido y podrán evaluar el modelo consensuado de acuerdo con sus intereses y necesidades propios.

Los pasos a seguir para la evaluación de los componentes del modelo jerárquico son:

1. Establecimiento de las Prioridades
2. Emisión de Juicios y Evaluaciones

4.6.2.1 Establecimiento de las prioridades

El AHP utiliza comparaciones pareadas para establecer medidas de prioridad tanto para los criterios como para las alternativas de decisión.

4.6.2.2 Emisión de los juicios y evaluaciones

Los juicios son la base del proceso llevado a cabo por AHP. Los juicios pueden estar guiados por información científica, técnica y la dada por la experiencia y conocimientos del grupo decisor útiles para evaluar los diferentes componentes del Modelo. Es esta situación lo que hace al AHP diferente a otros métodos, puesto que dentro de la evaluación del modelo se toman en cuenta los juicios, que en este caso son las opiniones de cada uno de los individuos y/o grupos de interés involucrados en la toma de decisión.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Esta evaluación se realiza por medio de comparaciones binarias (de a pares) frente a un tercer elemento; permite conocer y medir las preferencias de los individuos o grupos de interés (actores) respecto a los diferentes componentes del modelo (criterios, subcriterios, alternativas).

Cada persona expresa su preferencia haciendo la pregunta apropiada mediante los términos Importancia, Preferencia o Probabilidad, asignando un valor numérico, el cual se mide la intensidad de su preferencia. El AHP dispone de una escala creada por el propio Saaty que mide los juicios emitidos por el grupo decisor.

Este paso de la emisión de juicios consiste en que: Para cada elemento “e” de un nivel de la jerarquía, se comparan de a pares de elementos del nivel inmediatamente inferior, con respecto de su influencia en “e”.

Luego se debe encontrar el vector propio asociado al mayor valor propio de la matriz de comparación a pares.

4.6.3 Resultado final

Una vez realizada la totalidad de comparaciones se obtiene el resultado final concensuado: ordenamiento de las alternativas. Este resultado está basado entonces, en las prioridades, en la emisión de juicios y evaluación hecha a través de las comparaciones de los componentes del modelo jerárquico, llevada a cabo por los actores.

4.6.4 Síntesis

El AHP logra combinar todos los juicios u opiniones en un todo, en el cual las alternativas quedan organizadas desde la mejor hasta la peor.

El AHP permite entonces, deducir los pesos que reflejan las percepciones y valores propuestos con mucha precisión. Las prioridades deducidas para cada faceta del complejo problema que está en estudio serán sintetizadas para obtener prioridades generales y una ordenación de las alternativas.

4.6.5 Análisis de sensibilidad

Este análisis permite visualizar y analizar la sensibilidad del resultado (ordenación de las alternativas) respecto de posibles cambios en la importancia de los criterios (supuestos). El análisis de sensibilidad debe responder a la pregunta: ¿Qué pasa si...?; Facilitando el análisis en aquellos procesos de toma de decisión en los que se requiere volver a aplicar el AHP en un corto o mediano plazo porque son procesos dinámicos que requieren ser revisados y ajustados en el tiempo porque su entorno está en continuo cambio.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

5 Aplicación de
AHP para la
elección de la
metodología para
dirigir el proyecto
– supuesto
empresa software

5.1 Introducción

En este capítulo se va a tratar de explicar las implementaciones o los modelos que se han desarrollado en el software informático Excel. Se trata del desarrollo de software de gestión empresarial para una compañía del sector.

Es la parte más práctica del TFG y con la cual conseguimos aunar en este trabajo la parte más pura de investigación con una sección eminentemente práctica.

En el modelo que hemos implementado, se ha intentado ir más lejos en la metodología AHP ya que como hemos visto en los capítulos anteriores, todas las técnicas tienen sus ventajas y sus limitaciones.

En el caso del AHP a pesar de ser una de las más completas, también tiene desventajas, por ejemplo el AHP no nos permite tener en cuenta las posibles restricciones operativas que cualquier empresa presenta.

La metodología AHP es una buena metodología para todos los aspectos estratégicos que una empresa quiera tener en cuenta, pero a la hora de tratar las restricciones operativas que un problema de selección de metodología del proyecto, este método no dice nada al respecto.

5.2 Implementación y supuesto a resolver

Una vez hemos llegado a la conclusión de cuál va a ser nuestro modelo para realizar la implementación, es interesante presentar a qué problema nos hemos enfrentado.

Se trata de una empresa del sector informático SofLUBASA, concretamente dedicada a la elaboración de software. La empresa actualmente tiene un encargo de un software completamente nuevo y está tratando de configurar cuál será la mejor metodología de Dirección de proyectos para su caso concreto.

La empresa SoftLUBASA, S.L se creó en 2008 por dos compañeros de la Escuela de Informática, con la visión de ser líderes en ofrecer aplicaciones innovadoras específicas para las necesidades de los clientes. A partir del año 2010 la empresa ha crecido sustancialmente, hasta incorporar a 30 personas

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

en plantilla, a pesar de la elevada competencia en el sector. Este crecimiento ha sido posible gracias a la filosofía de los socios, que da un importante grado de libertad a los directores de proyecto para que realicen sus funciones.

Se trata de un proyecto de desarrollo de un software "llave en mano" (a medida) para gestionar los procesos de negocio de la empresa cliente. Aunque la empresa está habituada a realizar proyectos llave en mano, no había abordado nunca el desarrollo de un software específico para gestión de proyectos de negocio.

El proyecto representa también un reto para el cliente, pues hasta ahora ha gestionado mucho de sus procesos de negocio de forma manual, y aunque tiene una idea del resultado final, es probable que a medida que vaya viendo lo que se puede hacer con software, quiera ampliar y modificar sus requisitos iniciales. Como consecuencia de esto, los riesgos del proyecto disminuyen notoriamente, ya que en caso de que ocurra una desviación en el proyecto, se podrá reevaluar y reconducir de manera sencilla.

La política de la empresa destaca por fomentar la comunicación entre sus empleados, potenciando el intercambio de ideas y conocimiento. Este principio es la base de su estilo de gestión.

La empresa lleva a cabo diferentes proyectos simultáneamente, por lo que para este proyecto no dispone de todos sus empleados en plantilla. Esto no es un problema pues el proyecto objeto de estudio no es de un tamaño desmesurado ni demasiado enrevesado, además el cliente no solicita documentación durante el ciclo de vida del proyecto, ni es necesaria en cuanto a aspectos legales, por lo que permite que el proyecto se desarrolle de manera más ágil.

Las metodologías de Dirección de proyectos que la empresa ha considerado candidatas para su proyecto son:

	Metodologías
1	PMI
2	PRINCE2
3	ISO21500
4	MSF
5	RUP
6	SCRUM
7	XP
8	LEAN
9	APM
10	DSDM

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Ilustración 5-1. Metodologías a comparar para el software

La empresa ha seleccionado estas 10 metodologías ya que son de las más utilizadas actualmente; las 5 primeras basadas en un enfoque de planificación o tradicional (PMI, PRINCE2, ISO21500, MSF, RUP) y a partir de la 6, basadas en un enfoque ágil (SCRUM, XP, LEAN, APM, DSDM).

Las 10 metodologías han sido debidamente analizadas según los siguientes 12 criterios:

	Criterios
1	Tamaño del equipo
2	Tamaño del proyecto (complejidad, duración)
3	Estilo de gestión y cultura de la empresa
4	Comunicación entre miembros del equipo
5	Relacion con el cliente
6	Documentacion requerida
7	Perspectiva para el cambio
8	Producto
9	Requisitos
10	Riesgos y consecuencias de fallo
11	Relación con el entorno
12	Control y supervisión del proyecto

Ilustración 5-2. Criterios a tener en cuenta para las metodologías de proyectos

Nuestra tarea consiste en determinar la metodología que mejor se adapta al proyecto software de la empresa en cuestión. Para ello utilizaremos el método de toma de decisiones multicriterio AHP para evaluar, jerarquizar y seleccionar la metodología definitiva.

5.2.1 Esquema explicativo

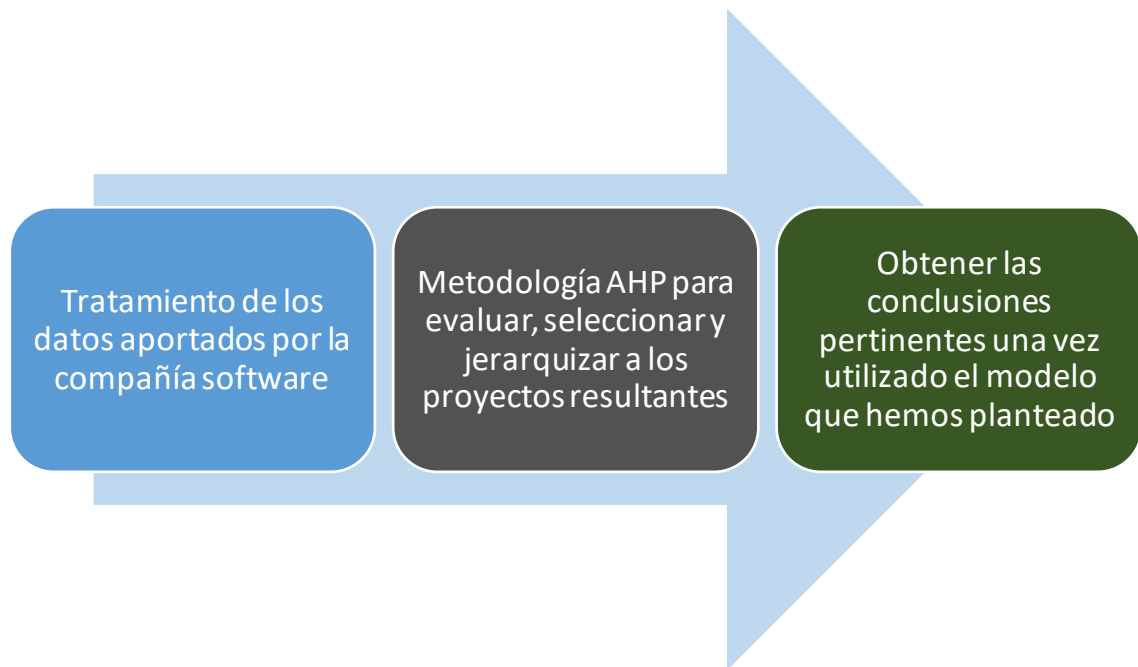


Ilustración 5-3. Esquema explicativo. Elaboración propia

5.3 Datos de la compañía software y de las alternativas

Se va a organizar a los proyectos candidatos según los 12 criterios que hemos considerado junto con la empresa, más relevantes a la hora de definir un proyecto. Hay que dar un valor comprendido entre el rango 1 y 10, donde el 1 y el 10 son los extremos para cada criterio, indicados a continuación:

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

1. Tamaño del equipo: 1 (Proyectos más pequeños) hasta 10 (Proyectos más grandes)
2. Tamaño del proyecto: 1 (Complejidad y duración bajas) hasta 10 (Complejidad y duración elevadas)
3. Estilo de gestión y cultura de la empresa: 1 (Estilos más descentralizados) hasta 10 (más autocráticas)
4. Comunicación entre miembros del equipo: 1 (Muy poco frecuente) hasta 10 (Muy frecuente)
5. Relación con el cliente: 1 (No está involucrado en el proyecto) hasta 10 (Muy involucrado)
6. Documentación requerida: 1 (No requerida) hasta 10 (se requiere mucha documentación)
7. Perspectiva para el cambio: 1 (se prevén pocos cambios) hasta 10 (se prevén muchos cambios)
8. Producto: 1 (ya hecho habitualmente) hasta 10 (totalmente nuevo e innovador)
9. Requisitos: 1 (No definidos) hasta 10 (Claramente definidos)
10. Riesgos y consecuencias de fallo: 1 (no hay riesgos ni consecuencias importantes si se produce un fallo) hasta 10 (riesgos y consecuencias graves)
11. Relación con el entorno: 1 (Aislado del entorno) hasta 10 (estrechamente relacionado y dependiente)
12. Control y supervisión del proyecto: 1 (Control bajo, apenas se requiere) hasta 10 (Control exhaustivo)

Trataremos pues, de jerarquizar dichas candidatas en base a estos criterios, a través del método AHP. Debemos seguir una serie de pasos:

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

1. Hay que definir el proyecto software, dando un valor a cada uno de los criterios de la forma ya explicada. Para este paso necesitamos la ayuda de la empresa, que nos ayudará a definirlo mejor.
2. Hay que dar un valor de cada criterio para cada alternativa. Para este paso nos hemos basado en la investigación de numerosos profesionales y fuentes, integrando de la mejor manera posible todas las fuentes de información. Hay que destacar que puede haber ciertos rasgos de subjetividad pues es una tarea muy complicada. Para obtener una tabla que se ajuste lo máximo posible a la realidad habría que reunir a los expertos en la materia y debatir entre ellos cuales serían los mejores valores. Para este TFG no es posible hacerlo así que nos conformamos con la siguiente tabla, como ya he dicho, realizada gracias al aporte de numerosas fuentes:

(Duarte, A. O., 2008), (Canós, J. H., 2003), (Rojas, M., 2008), Villanueva, J. S., 2014), (PROGRAMING, E., 2015), (Parra, K. F., 2016), (Montes-Guerra, M., 2015), (Pérez, O. A., 2011), (Siachoque, M. M., 2014), (Smith, J., 2001), (AHMAD, G., 2014), (Highsmith, J., 2009), (Stapleton, J., 1999), (Avante., 2016), (School, B., 2017)

Metodología	Tamaño del equipo	Tamaño del proyecto	Estilo de gestión	Comunicación del equipo	Relación con el cliente	Documentación	Perspectiva para el cambio	Producto	Requisitos	Riesgos y consecuencias de fallo	Relación con el entorno	Control y supervisión del proyecto
PMI	10	9	10	3	3	10	2	9	9	9	4	9
	8	8	8	4	6	8	3	8	7	7	5	7
PRINCE2	7	8	9	4	4	8	3	8	8	7	5	8
	7	7	6	6	6	7	5	6	6	6	6	5
MSF	7	7	5	6	6	6	6	6	6	6	6	5
	5	6	4	8	7	4	7	7	4	4	8	4
RUP	3	4	3	8	8	3	9	9	2	5	9	3
	4	5	5	7	10	5	7	7	5	4	8	5
XP	3	6	7	9	9	4	7	7	6	4	7	5
	4	4	3	8	8	3	9	9	2	5	9	3
LEAN	4	5	5	7	10	5	7	7	5	4	8	5
	3	6	7	9	9	4	7	7	6	4	7	5
APM	4	4	3	8	8	3	9	7	3	3	7	4
	4	4	3	8	8	3	9	7	3	3	7	4

Ilustración 5-4. Tabla de valores de las metodologías para cada criterio

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

3. Para este proyecto en concreto, la empresa tiene que dar una información sobre cada criterio, dando una importancia relativa a cada opción para cada uno de los criterios.
4. Tras esta información, la empresa debe decidir qué criterios son más importantes mediante una matriz de correlaciones.
5. Con esta información ya podremos llevar a cabo la elección de la metodología para un proyecto concreto. El programa Excel nos proporcionará la mejor solución, ordenándolas de manera cardinal, para poder comparar cuales son las alternativas que mejor se adaptan a nuestro proyecto.

Resumen esquemático de los 5 pasos:

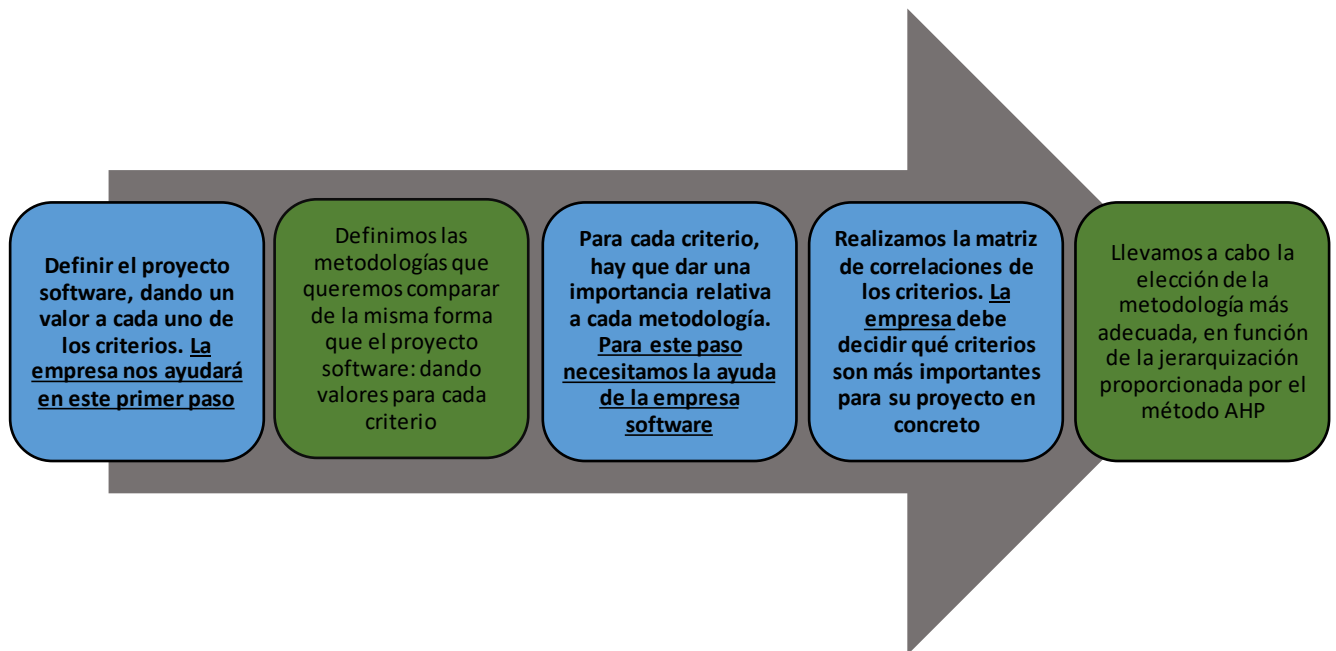


Ilustración 5-5. Esquema de los 5 pasos a seguir para realizar el método AHP

5.4 Implementación AHP

Vamos a realizar el primer paso de los 5 que hemos planteado en el apartado anterior: definir el proyecto software de la empresa, con su ayuda. La información la hemos sacado del apartado 5.2. donde definimos el proyecto y la empresa:

1. Tamaño del equipo: se dispone de un pequeño equipo de dirección de proyecto (menor de 15 personas)
2. Tamaño del proyecto: Aunque tiene cierta dificultad, la duración estimada no es elevada. Así pues lo consideramos un tamaño medio.
3. Estilo de gestión y cultura de la empresa: La empresa en concreto sigue una política de gestión descentralizada.
4. Comunicación entre los miembros del equipo: Para el proyecto es crucial la comunicación y el intercambio de ideas entre los miembros del equipo.
5. Relación con el cliente: Las reuniones con el cliente son periódicas y muy habituales.
6. Documentación requerida: El proyecto no requiere apenas documentación formal.
7. Perspectiva para el cambio: es muy probable que tengamos que realizar cambios a lo largo del ciclo de vida del proyecto.
8. Producto: nuevo e innovador.
9. Requisitos: No están claramente definidos. Se irán estableciendo conforme avanza el tiempo y las iteraciones del proyecto, al igual que las reuniones con el cliente.
10. Riesgos y consecuencias de fallo: Si hay errores en la definición del alcance o en lo planeado, no influirá gravemente en el proyecto, y se podrá reevaluar y reconducir de una manera sencilla.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

11. Relación con el entorno: Debido a la fuerte competencia, este proyecto está relacionado con la decisión de otras empresas sobre el ámbito de estudio del software por ejemplo, entre otros factores.

12. Control y supervisión del proyecto: La empresa proporciona en cierto modo libertad a los miembros del equipo y no exige una rigurosa supervisión, ya que no la considera necesaria.

A continuación asignamos a los criterios un valor numérico para poder tratar mejor los datos:

	Criterios	Ejemplo 1: software	
1	Tamaño del equipo	Pequeño	4
2	Tamaño del proyecto (complejidad, duración)	Elevada	4
3	Estilo de gestión y cultura de la empresa	Descentralizado	4
4	Comunicación entre miembros del equipo	Muy frecuente	8
5	Relacion con el cliente	Bastante involucrado	9
6	Documentación requerida	Regular	3
7	Perspectiva para el cambio	Muchos	8
8	Producto	Nuevo	9
9	Requisitos	No definidos	2
10	Riesgos y consecuencias de fallo	Bajos	3
11	Relación con el entorno	Intermedia	7
12	Control y supervisión del proyecto	Regular	4

Ilustración 5-6. Tabla de valores de los criterios para el software

Una vez concluidos los pasos 1 y 2 (recuerden que el paso 2 es la tabla de la página 95 ya calculada), procedemos al paso 3: con la ayuda de la empresa dar una importancia relativa a cada metodología para cada uno de los criterios.

Para el paso 3 hemos acordado con la empresa lo siguiente:

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Pongamos un ejemplo para explicarlo mejor, como puede ser el criterio “Perspectiva para el cambio”.

	Criterio: Perspectiva para el cambio
	8
2	PMI
3	PRINCE2
3	ISO21500
5	MSF
6	RUP
7	SCRUM
9	XP
7	LEAN
7	APM
9	DSDM

Ilustración 5-7. Tabla de valores del criterio perspectiva para el cambio, del software

El proyecto software de la empresa tiene el valor 8 respecto a la perspectiva para el cambio. Esto quiere decir que es muy probable que haya cambios a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Para saber la importancia relativa de la metodología del RUP respecto a la PMI por ejemplo sería:

Proyecto = 8

PMI = 2

RUP = 6

Importancia relativa RUP sobre $PMI = (Proyecto - PMI) - (Proyecto - RUP) = (8-2) - (8-6) = 6 - 2 = 4$

Es decir, la distancia una metodología al óptimo (proyecto), menos la distancia de la otra metodología al óptimo. Siendo mejor y más importante la metodología cuya distancia al valor óptimo sea más pequeña.

Hay dos pequeños matices que hay que señalar:

- Si la importancia relativa resulta ser 1, se usa 1,5. Ya que no serían iguales, sino que una sería un poco mejor que otra.
- Si la importancia relativa resulta ser 0, quiere decir que ambas metodologías son iguales para ese criterio.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Así pues, para el criterio que hemos tomado como ejemplo quedaría:

	Criterio:	Perspectiva para el cambio									
	8	PMI	PRINCE2	ISO21500	MSF	RUP	SCRUM	XP	LEAN	APM	DSDM
2	PMI	1	0,66666667	0,66666667	0,33333333	0,25	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
3	PRINCE2	1,5	1	1	0,5	0,33333333	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
3	ISO21500	1,5	1	1	0,5	0,33333333	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
5	MSF	3	2	2	1	0,66666667	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
6	RUP	4	3	3	1,5	1	0,66666667	0,66666667	0,66666667	0,66666667	0,66666667
7	SCRUM	5	4	4	2	1,5	1	1	1	1	1
9	XP	5	4	4	2	1,5	1	1	1	1	1
7	LEAN	5	4	4	2	1,5	1	1	1	1	1
7	APM	5	4	4	2	1,5	1	1	1	1	1
9	DSDM	5	4	4	2	1,5	1	1	1	1	1
	SUMA	36	27,6666667	27,6666667	13,8333333	10,0833333	6,86666667	6,86666667	6,86666667	6,86666667	6,86666667

Ilustración 5-8. Tabla para el criterio: perspectiva para el cambio (software)

Normalizamos los datos y calculamos el vector promedio:

Matriz normalizada										Vector promedio
0,02777778	0,02409639	0,02409639	0,02409639	0,02479339	0,02912621	0,02912621	0,02912621	0,02912621	0,02912621	0,027049139
0,04166667	0,03614458	0,03614458	0,03614458	0,03305785	0,03640777	0,03640777	0,03640777	0,03640777	0,03640777	0,036519709
0,04166667	0,03614458	0,03614458	0,03614458	0,03305785	0,03640777	0,03640777	0,03640777	0,03640777	0,03640777	0,036519709
0,08333333	0,07228916	0,07228916	0,07228916	0,0661157	0,07281553	0,07281553	0,07281553	0,07281553	0,07281553	0,073039418
0,11111111	0,10843373	0,10843373	0,10843373	0,09917355	0,09708738	0,09708738	0,09708738	0,09708738	0,09708738	0,102102276
0,13888889	0,14457831	0,14457831	0,14457831	0,14876033	0,14563107	0,14563107	0,14563107	0,14563107	0,14563107	0,14495395
0,13888889	0,14457831	0,14457831	0,14457831	0,14876033	0,14563107	0,14563107	0,14563107	0,14563107	0,14563107	0,14495395
0,13888889	0,14457831	0,14457831	0,14457831	0,14876033	0,14563107	0,14563107	0,14563107	0,14563107	0,14563107	0,14495395
0,13888889	0,14457831	0,14457831	0,14457831	0,14876033	0,14563107	0,14563107	0,14563107	0,14563107	0,14563107	0,14495395
0,13888889	0,14457831	0,14457831	0,14457831	0,14876033	0,14563107	0,14563107	0,14563107	0,14563107	0,14563107	0,14495395

Ilustración 5-9. Tabla para el criterio: perspectiva para el cambio normalizado (software)

Este proceso habría que repetirlo para los 12 criterios que hemos tomado.

A continuación realizamos el paso 4: construir la matriz de correlaciones de los criterios. Esta tabla nos la debe proporcionar la empresa software, ya que según sus prioridades y política, darán unos pesos diferentes a cada criterio, que dependerán mayormente de la propia empresa.

La tabla se muestra a continuación en la siguiente página por cuestiones de tamaño:

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Criterio:	Tamaño del equipo	Tamaño del proyecto	Estilo gestor/cultura emp.	Comunicación equipo	Relación con el cliente	Documentación	Perspectiva para el cambio	Producto	Requisitos	Riesgos de fallo	Relación con el entorno	Control y supervisión
Tamaño del equipo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tamaño del proyecto	1	1	3	2	0,2	1	0,5	0,3	0,18	0,5	2	2
Estilo gestión/cultura emp.	1	0,33333333	1	1	0,25	3	0,6	1	0,7	2	3	3
Comunicación equipo	1	0,5	1	1	0,4	5	1	2	4	5	6	5
Relación con el cliente	1	5	4	2,5	1	7	2	2	4	3	5	4
Documentación	1	1	0,33333333	0,2	0,42857143	1	0,7	0,18	0,25	0,37	2	7
Perspectiva para el cambio	1	2	1,66666667	1	0,5	1,428571429	1	1	2	4	3	1
Producto	1	3,33333333	1	0,5	0,5	5,55555556	1	1	3	3	2	3
Requisitos	1	5,55555556	1,428571429	0,25	1	4	0,5	0,33333333	1	2	4	3
Riesgos de fallo	1	2	0,5	0,2	0,33333333	2,702702703	0,25	0,33333333	0,5	1	2	2
Relación con el entorno	1	0,5	0,33333333	0,16666667	0,2	0,5	0,33333333	0,5	0,25	0,5	1	0,8
Control y supervisión	1	1	0,2	0,33333333	0,25	0,142857143	1	0,33333333	0,33333333	0,5	1,25	1
SUMA	12	23,22222222	15,46190476	10,15	5,776190476	32,32968683	9,888333333	9,98	14,21333333	22,87	32,25	31,8

Ilustración 5-10. Matriz de correlaciones para el proyecto software

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Por último llevamos a cabo la elección de la metodología en función de la jerarquización obtenida por el programa Excel, pues ya hemos tenido en cuenta todos los datos.

El resultado del método AHP es la siguiente jerarquía:

Metodología	TOTAL
PMI	0,04408365
PRINCE2	0,05860648
ISO21500	0,05084646
MSF	0,072259
RUP	0,08013962
SCRUM	0,12810686
XP	0,15769678
LEAN	0,12707918
APM	0,1254022
DSDM	0,15577979

Ilustración 5-11. Solución AHP jerarquizada para el software

Podemos ver que el método que mejor se adapta a este proyecto es el XP, seguido de cerca por el DSDM.

Es una solución que tiene sentido, pues las metodologías ágiles suelen ser las mejores y las que más se adecúan a este tipo de proyectos (véase que las características proporcionadas por la empresa encajan bastante bien con las de la metodología ágil XP)

6 Aplicación de
AHP para la
elección de la
metodología para
dirigir el proyecto
– supuesto
empresa de
construcción
(puente)

6.1 Introducción

Ya vimos en el capítulo anterior qué ocurría con un proyecto software. En este capítulo se va a tratar de explicar otro supuesto de proyecto, como es el caso de una empresa dedicada a la construcción. Para este caso concreto trataremos la construcción de un puente de una carretera/autopista.

El procedimiento es muy similar al anterior pero creemos que es necesario mostrar otro ejemplo para reforzar el trabajo y comprobar su eficacia.

6.2 Implementación y supuesto a resolver

Se trata de una empresa del sector de la construcción. La empresa actualmente tiene un encargo de construcción de un puente para una carretera y está tratando de configurar cuál será la mejor metodología de Dirección de proyectos para su caso concreto.

La empresa PuenLUBASA, S.L se creó en 2002 de la fusión de dos empresas del sector de la construcción, con el objetivo de formar una gran empresa que llegue a ser líder en la construcción de puentes para carreteras en todo el territorio nacional. La empresa ha crecido linealmente hasta conseguir una plantilla de 150 personas, a pesar de la numerosa competencia. La política de la empresa se basa en una jerarquía, donde el papel del director del proyecto destaca sobre los demás miembros del equipo, siguiendo un modelo autocrático donde el director del equipo supervisa y dirige a los demás miembros con el fin de controlar el proyecto.

El proyecto consiste en un puente de carácter estándar para una carretera con el fin de realizar un cambio de sentido, una construcción habitual para la empresa, que ha realizado numerosos proyectos similares.

El proyecto así como su alcance ha sido definido minuciosamente con el fin de planificar toda la gestión y puesta en marcha de la construcción. No se esperan cambios importantes en los requisitos del cliente, ya que todo ha sido estudiado y preestablecido. Como consecuencia de esto, los riesgos del proyecto en caso de producirse una desviación de lo planificado podrían ser notables y poner en peligro todo el proyecto.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Para el proyecto, las reuniones entre los miembros del equipo no son necesarias con frecuencia, por lo que el plan de proyecto se podría hacer a distancia, sin necesidad de reuniones presenciales, lo que podría agilizar el proyecto.

PuenLUBASA está llevando a cabo otros proyectos de construcción, aunque dispone de una plantilla numerosa para realizar el proyecto puente objeto de estudio. A pesar de ser una construcción de un puente estándar, el tamaño del proyecto se considera grande, debido a la complejidad y sobre todo al tiempo y a la cantidad de personas implicadas en el mismo. A todo esto hay que añadir la gran cantidad de documentación que tenemos que redactar y presentar, tanto aspectos legales que garanticen la seguridad del puente, así como los detalles que nos marque el cliente para controlar que todo avanza como se ha planeado inicialmente.

Las metodologías de Dirección de proyectos que la empresa ha considerado candidatas para su proyecto son las mismas que en el supuesto anterior, pero las recordamos:

	Metodologías
1	PMI
2	PRINCE2
3	ISO21500
4	MSF
5	RUP
6	SCRUM
7	XP
8	LEAN
9	APM
10	DSDM

Ilustración 6-1. Tabla de las metodologías a comparar

La empresa ha seleccionado estas 10 metodologías por la misma razón que en el supuesto anterior, ya que son de las más utilizadas actualmente; las 5 primeras basadas en un enfoque de planificación o tradicional (PMI, PRINCE2, ISO21500, MSF, RUP) y a partir de la 6, basadas en un enfoque ágil (SCRUM, XP, LEAN, APM, DSDM).

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Las 10 metodologías han sido debidamente analizadas según los siguientes 12 criterios, idénticos al caso anterior, pero que creemos conveniente recordar:

	Criterios
1	Tamaño del equipo
2	Tamaño del proyecto (complejidad, duración)
3	Estilo de gestión y cultura de la empresa
4	Comunicación entre miembros del equipo
5	Relacion con el cliente
6	Documentacion requerida
7	Perspectiva para el cambio
8	Producto
9	Requisitos
10	Riesgos y consecuencias de fallo
11	Relación con el entorno
12	Control y supervisión del proyecto

Ilustración 6-2. Criterios para las metodologías

El problema es el mismo que en el caso Software: determinar la metodología que mejor se adapta al proyecto de construcción del puente de la empresa en cuestión. Para ello utilizaremos el mismo proceso, cambiando los datos del nuevo proyecto así como los proporcionados por la empresa PuenLUBASA.

6.2.1 Esquema explicativo

Recordamos el procedimiento (el mismo que el llevado a cabo en el supuesto anterior):

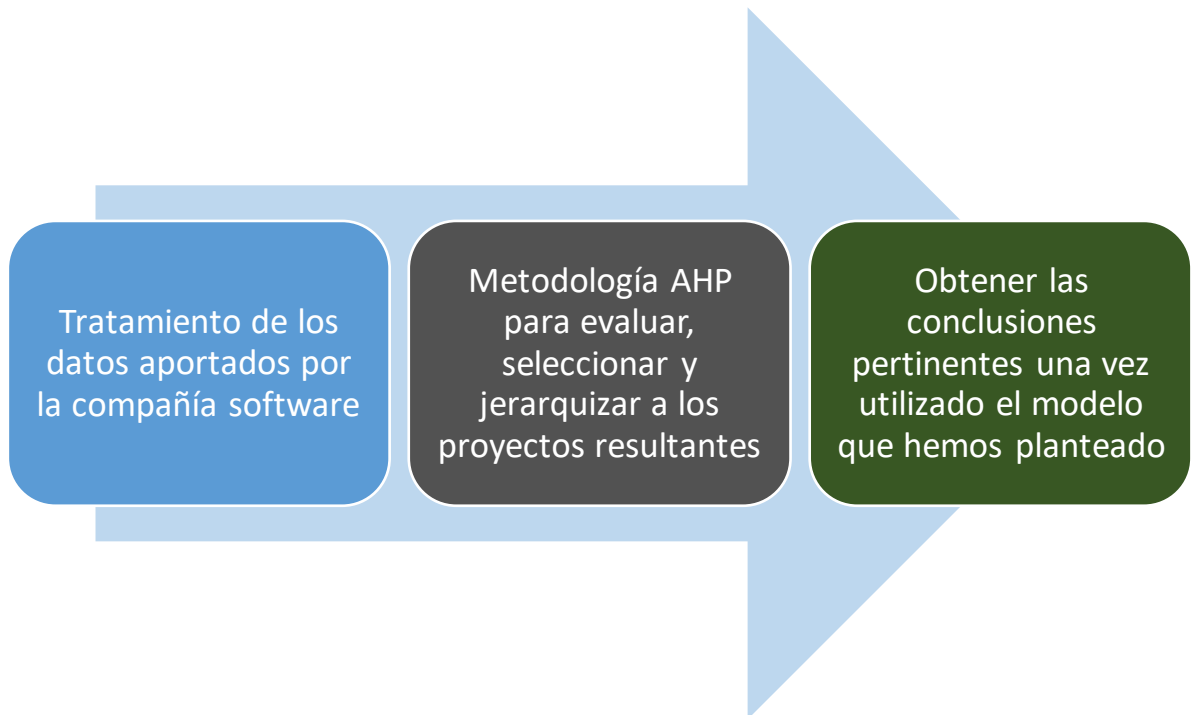


Ilustración 6-3. Esquema explicativo. Elaboración propia

6.3 Datos de la compañía constructora y de las alternativas

Se va a organizar a las metodologías candidatas según los 12 criterios que hemos considerado junto con la empresa, más relevantes a la hora de definir un proyecto.

Trataremos pues, de jerarquizar dichas candidatas en base a estos criterios, a través del método AHP. Debemos seguir una serie de pasos, al igual que en el capítulo anterior, pero que no están de más incluirlos en éste a modo de resumen:

Resumen esquemático de los 5 pasos:

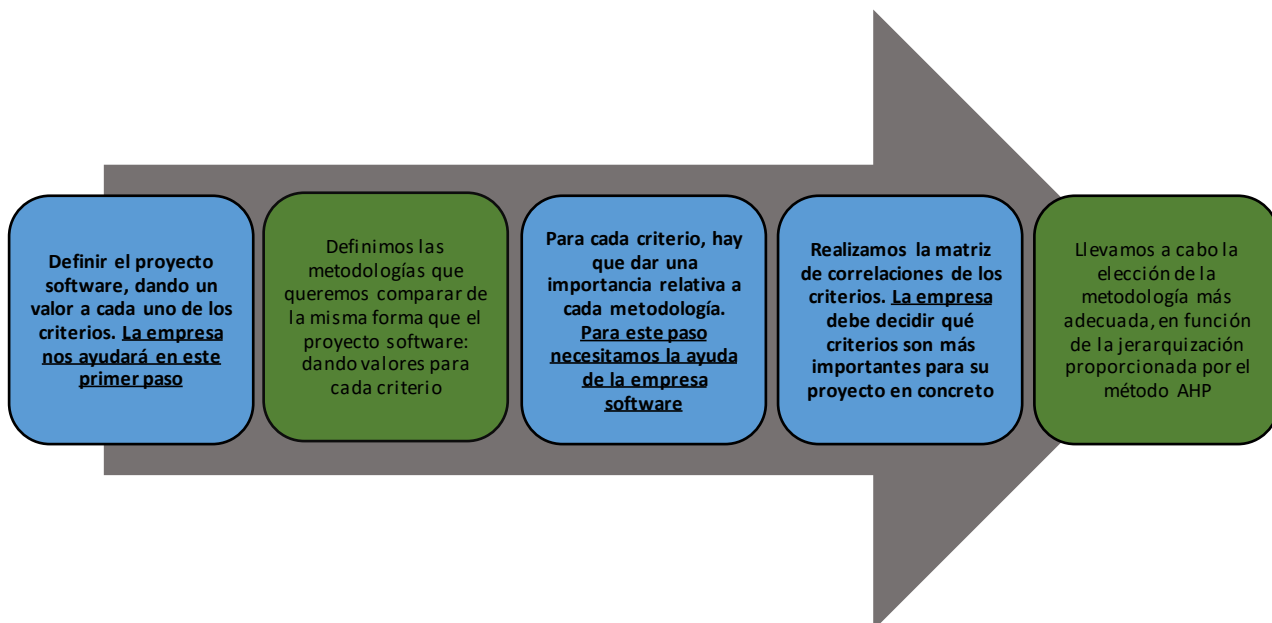


Ilustración 6-4. Esquema de los 5 pasos a seguir para realizar el método AHP

Adjuntamos la tabla ya calculada en el capítulo anterior, (que corresponde con el paso 2), de la definición de las metodologías de dirección de proyectos que hemos considerado, en base a los criterios definidos en el capítulo 3:

Se muestra en la siguiente página por cuestiones de espacio.

Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP

Metodología	Tamaño del equipo	Tamaño del proyecto	Estilo de gestión	Comunicación del equipo	Relación con el cliente	Documentación	Perspectiva para el cambio	Producto	Requisitos	Riesgos y consecuencias de fallo	Relación con el entorno	Control y supervisión del proyecto
PMI	10	9	10	3	3	10	2	9	9	9	4	9
	8	8	8	4	6	8	3	8	7	7	5	7
PRINCE2	7	8	9	4	4	8	3	8	8	7	5	8
ISO21500	7	7	6	6	6	7	5	6	6	6	6	5
MSF	7	7	5	6	6	6	6	6	6	6	6	5
RUP	5	6	4	8	7	4	7	7	4	4	8	4
SCRUM	3	4	3	8	8	3	9	9	2	5	9	3
XP	4	5	5	7	10	5	7	7	5	4	8	5
LEAN	3	6	7	9	9	4	7	7	6	4	7	5
APMI	4	4	3	8	8	3	9	7	3	3	7	4
DSDM												

6.4 Implementación AHP

Vamos a realizar el primer paso de los 5 que hemos planteado en el apartado anterior: definir el proyecto software de la empresa, con su ayuda.

Para estos datos nos hemos basado en la definición de la empresa PuenLUBASA y del proyecto del punto 6.2. de este mismo capítulo:

1. Tamaño del equipo: se dispone de un gran equipo de dirección de proyecto, constituido por expertos en diferentes ámbitos.
2. Tamaño del proyecto: La complejidad y la gran duración nos lleva a considerar el proyecto como de gran tamaño.
3. Estilo de gestión y cultura de la empresa: La empresa en concreto sigue una política de gestión autocrática mayoritariamente.
4. Comunicación entre los miembros del equipo: No es muy relevante.
5. Relación con el cliente: Las reuniones con el cliente son periódicas pero no muy habituales.
6. Documentación requerida: El proyecto requiere mucha documentación formal que garantice que el proyecto se desarrolla según lo planificado y garantice el cumplimiento de la normativa vigente de seguridad.
7. Perspectiva para el cambio: sería extraño realizar cambios en el proyecto, y en caso de haberlos, serían escasos.
8. Producto: común y estandarizado
9. Requisitos: Están perfectamente definidos y redactados al principio del proyecto.
10. Riesgos y consecuencias de fallo: En caso de fallo, las consecuencias podrían ser catastróficas para el proyecto.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

11. Relación con el entorno: Tiene una cierta relación con el entorno, como el curso del agua y determinados factores económicos, pero no son muy relevantes para este caso en concreto.

12. Control y supervisión del proyecto: La empresa tiene que seguir un riguroso control y una supervisión detallada del proyecto para comprobar que se sigue el plan y las normas.

Para facilitar el tratamiento de la información asignamos unos valores numéricos comprendidos entre 1 y 10 de la misma forma que en el supuesto anterior:

	Criterios	Ejemplo 2: puente	
1	Tamaño del equipo	Grande	9
2	Tamaño del proyecto (complejidad, duración)	Elevada	10
3	Estilo de gestión y cultura de la empresa	Autocrático	8
4	Comunicación entre miembros del equipo	Baja	3
5	Relacion con el cliente	Algo involucrado	4
6	Documentacion requerida	Mucha	10
7	Perspectiva para el cambio	Pocos	2
8	Producto	Ya hecho	2
9	Requisitos	Definidos	8
10	Riesgos y consecuencias de fallo	Graves	8
11	Relación con el entorno	Intermedia	5
12	Control y supervisión del proyecto	Regular	8

Ilustración 6-6. Tabla de valores de los criterios para el puente

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Una vez concluidos los pasos 1 y 2 procedemos al paso 3: con la ayuda de la empresa dar una importancia relativa a cada metodología para cada uno de los criterios.

Para el paso 3 hemos acordado con la empresa PuenLUBASA seguir el mismo proceso para calcular la matriz de relaciones, ya explicado en el capítulo 5, apartado 4.

Pongamos un ejemplo resumido para explicarlo mejor, como puede ser el criterio “Perspectiva para el cambio”.

Criterio: Perspectiva para el cambio	
2	
2	PMI
3	PRINCE2
3	ISO21500
5	MSF
6	RUP
7	SCRUM
9	XP
7	LEAN
7	APM
9	DSDM

Ilustración 6-7. Tabla de valores del criterio perspectiva para el cambio, del puente

Así pues, para el criterio que hemos tomado como ejemplo quedaría:

Criterio:	Perspectiva para el cambio										
2	PMI	PRINCE2	ISO21500	MSF	RUP	SCRUM	XP	LEAN	APM	DSDM	
2	PMI	1	1,5	1,5	3	4	5	7	5	5	5
3	PRINCE2	0,66666667	1	1	2	3	5	6	4	4	4
3	ISO21500	0,66666667	1	1	2	3	5	6	4	4	4
5	MSF	0,33333333	0,5	0,5	1	1,5	5	4	2	2	2
6	RUP	0,25	0,33333333	0,33333333	0,66666667	1	1,5	3	1,5	1,5	1,5
7	SCRUM	0,2	0,2	0,2	0,2	0,66666667	1	2	1	1	1
9	XP	0,14285714	0,16666667	0,16666667	0,25	0,33333333	0,5	1	0,5	0,5	0,5
7	LEAN	0,2	0,25	0,25	0,5	0,66666667	1	2	1	1	1
7	APM	0,2	0,25	0,25	0,5	0,66666667	1	2	1	1	1
9	DSDM	0,14285714	0,16666667	0,16666667	0,25	0,33333333	0,5	1	0,5	0,5	0,5
	SUMA	3,80238095	5,36666667	5,36666667	10,36666667	15,16666667	25,5	34	20,5	20,5	20,5

Ilustración 6-8. Tabla para el criterio: perspectiva para el cambio (puente)

Normalizamos los datos y calculamos el vector promedio:

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Matriz normalizada										Vector prome
0,26299311	0,27950311	0,27950311	0,28938907	0,26373626	0,19607843	0,20588235	0,24390244	0,24390244	0,20588235	0,2470772
0,17532874	0,1863354	0,1863354	0,19292605	0,1978022	0,19607843	0,17647059	0,19512195	0,19512195	0,17647059	0,187799
0,17532874	0,1863354	0,1863354	0,19292605	0,1978022	0,19607843	0,17647059	0,19512195	0,19512195	0,17647059	0,187799
0,08766437	0,0931677	0,0931677	0,09646302	0,0989011	0,19607843	0,11764706	0,09756098	0,09756098	0,11764706	0,109585
0,06574828	0,0621118	0,0621118	0,06430868	0,06593407	0,05882353	0,08823529	0,07317073	0,07317073	0,08823529	0,0701850
0,05259862	0,03726708	0,03726708	0,0192926	0,04395604	0,03921569	0,05882353	0,04878049	0,04878049	0,05882353	0,0444805
0,03757044	0,0310559	0,0310559	0,02411576	0,02197802	0,01960784	0,02941176	0,02439024	0,02439024	0,02941176	0,0272987
0,05259862	0,04658385	0,04658385	0,04823151	0,04395604	0,03921569	0,05882353	0,04878049	0,04878049	0,05882353	0,049237
0,05259862	0,04658385	0,04658385	0,04823151	0,04395604	0,03921569	0,05882353	0,04878049	0,04878049	0,05882353	0,049237
0,03757044	0,0310559	0,0310559	0,02411576	0,02197802	0,01960784	0,02941176	0,02439024	0,02439024	0,02941176	0,0272987

Ilustración 6-9. Tabla para el criterio: perspectiva para el cambio normalizada (puente)

Repetimos el proceso para el resto de criterios que hemos tomado.

Tras esto, construimos la matriz de correlaciones de los criterios. Esta tabla la debemos calcular teniendo en cuenta las decisiones de la empresa PuenLUBASA, ya que según sus prioridades y política, darán unos pesos diferentes a cada criterio, que dependerán de la propia empresa.

La tabla se muestra a continuación en la siguiente página por cuestiones de tamaño:

Criterio:	Tamaño del equipo	Tamaño del proyecto	Estilo gestor/cultura emp.	Comunicación equipo	Relación con el cliente	Documentación	Perspectiva para el cambio	Producto	Requisitos	Riesgos de fallo	Relación con el entorno	Control y supervisión
Tamaño del equipo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tamaño del proyecto	1	1	3	2	0,2	1	0,5	0,3	0,18	0,5	2	2
Estilo gestión/cultura emp.	1	0,333333333	1	1	0,25	3	0,6	1	0,7	2	3	3
Comunicación equipo	1	0,5	1	1	0,4	5	1	2	4	5	6	5
Relación con el cliente	1	5	4	2,5	1	7	2	2	4	3	5	4
Documentación	1	1	0,333333333	0,2	0,42857143	1	0,7	0,18	0,25	0,37	2	7
Perspectiva para el cambio	1	2	1,66666667	1	0,5	1,428571429	1	1	2	4	3	1
Producto	1	3,333333333	1	0,5	0,5	5,55555556	1	1	3	3	2	3
Requisitos	1	5,555555556	1,428571429	0,25	1	4	0,5	0,333333333	1	2	4	3
Riesgos de fallo	1	2	0,5	0,2	0,333333333	2,702702703	0,25	0,333333333	0,5	1	2	2
Relación con el entorno	1	0,5	0,333333333	0,16666667	0,2	0,5	0,333333333	0,5	0,25	0,5	1	0,8
Control y supervisión	1	1	0,2	0,333333333	0,25	0,142857143	1	0,333333333	0,333333333	0,5	1,25	1
SUMA	12	23,22222222	15,46190476	10,15	5,776190476	32,32968683	9,888333333	9,98	14,21333333	22,87	32,25	31,8

Ilustración 6-10. Matriz de correlaciones para el proyecto puente

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Por último llevamos a cabo la elección de la metodología en función de la jerarquización obtenida por el programa Excel.

El resultado del método AHP para este supuesto es la siguiente jerarquía:

Metodología	TOTAL
PMI	0,17079239
PRINCE2	0,15083546
ISO21500	0,16910069
MSF	0,11564773
RUP	0,10877975
SCRUM	0,06338384
XP	0,04318826
LEAN	0,05985475
APM	0,06715233
DSDM	0,0512648

Ilustración 6-11. Solución AHP jerarquizada para el puente

La metodología que mejor se adapta a este proyecto será la de PMI, pudiendo usar como base el PMBOK.

Es una solución que tiene sentido, pues las metodologías tradicionales suelen ser las mejores y las que más se adecúan a este tipo de proyectos (véase que las características proporcionadas por la empresa encajan bastante bien con las de la metodología PMI)

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

7 Conclusiones y evolución en el futuro

7.1 Conclusiones

Con este TFG se ha tratado de cumplir con los objetivos que nos marcamos en la Introducción e incluso en algún capítulo se ha intentado llegar más lejos.

El objetivo principal fue desde un primero momento desarrollar una herramienta que ayudara a la selección de metodologías de proyectos siguiendo el método AHP. Como hemos visto en los capítulos 3 y 5 esto se ha conseguido.

Pero además debido al estudio del arte de las distintas metodologías empleadas para tal efecto, se ha podido presentar una implementación más completa.

Para poder llegar hasta ese punto primeramente se ha contextualizado e introducido la problemática en sí, realizando como hemos dicho líneas arriba un recorrido exhaustivo por las diferentes técnicas y metodologías en el campo de las metodologías de proyectos en los capítulos 1 y 2, incluyendo una revisión bibliográfica sobre este tema al final de este trabajo en el capítulo 8.

En el capítulo 3 ya se enfrentan las diferentes metodologías citadas en los dos primeros capítulos, con el objetivo de marcar las diferencias y similitudes, al igual que sus desventajas y ventajas en general.

En el último de los capítulos teóricos (4) se desarrolla la metodología que más nos importa en este TFG (AHP). Se ha investigado acerca de la metodología de manera amplia aportando ejemplos en los puntos que más aclaraciones requerían.

En el capítulo 5, como hemos dicho, se han intentado explicar los dos ejemplos propuestos “Ejemplo 1: desarrollo software” y “Ejemplo 2: construcción de un puente” y la innovación generada para su resolución y que es el objeto principal de este TFG.

El capítulo 7 nos proporciona información sobre el presupuesto y análisis económico de dicho TFG, en el caso de que alguna empresa estuviera interesada en adquirir dicho trabajo.

7.1.1 Conclusión final

Una vez hecho este recorrido y echando la vista atrás creo que el resultado del TFG es positivo y satisfactorio ya que he profundizado en el campo de la gestión estratégica de proyectos gracias a una investigación exhaustiva por los

principales artículos en esta materia. Dando lugar a la posibilidad de desarrollar una implementación en Excel (Ejemplos 1 y 2) basada en el método AHP con la innovación de usar esta técnica para solucionar los diferentes conflictos y aclarar dudas en la elección de la metodología para un proyecto.

7.2 Evolución en el futuro

Hasta este punto del trabajo fin de grado, se han llegado a unas conclusiones, y se ha desarrollado un nuevo modelo y se ha implementado parte del mismo en una aplicación, pero como posibles ampliaciones o evoluciones que se pueden desarrollar en el futuro de este trabajo fin de grado pueden ser:

- El perfeccionamiento de la tabla que consiste en el paso 2 antes descrito:

Hay que dar un valor de cada criterio para cada alternativa. Para este paso nos hemos basado en la investigación de numerosos profesionales y fuentes, integrando de la mejor manera posible todas las fuentes de información. Hay que destacar que puede haber ciertos rasgos de subjetividad pues es una tarea muy complicada. Para obtener una tabla que se ajuste lo máximo posible a la realidad habría que reunir a los expertos en la materia y debatir entre ellos cuales serían los mejores valores. Para este TFG no es posible hacerlo así que nos conformamos con la siguiente tabla, como ya he dicho, realizada gracias al aporte de numerosas fuentes (ya citadas en el capítulo anterior).

Se podría aunar el conocimiento de profesionales en el ámbito de Dirección de proyectos con empresas del sector y discutir sobre los valores de los criterios para cada metodología.

- Comprobar otros métodos de toma de decisiones multicriterio que sean más adecuados que el AHP para la resolución de este tipo de problemas.
- Investigar sobre nuevas metodologías que se basen en la implementación e integración de varias de ellas.

8 Estudio económico

8.1 Introducción

Este capítulo tiene como objetivo calcular los costes de la realización del TFG. Esto es siempre necesario para poder estudiar la viabilidad económica de un proyecto. En el presupuesto que se va a elaborar se detallará el cómputo global de todas las partidas de los costes que ha implicado el desarrollo de este proyecto.

Los costes totales de la realización de un proyecto de este tipo se pueden clasificar de diversas formas, como por ejemplo:

8.1.1 Costes directos y costes indirectos

- Costes directos: Son aquellos que intervienen de forma clara en la elaboración de un producto, no hay duda en la imputación, porque solo se imputan a un tipo de producto y no a varios.
- Costes indirectos: Son costes que, siendo necesario tenerlos en cuenta para calcular el presupuesto, no se pueden repartir objetivamente entre los distintos productos, ya que no se conoce en qué medida exacta influye cada uno de ellos. Para poder distribuirlos habrá que establecer previamente algún criterio de reparto, más o menos lógico.

Los costes serán directos o indirectos dependiendo del tipo de compañía, de la actividad que realice, de cómo esté organizada. Puede ocurrir que un coste sea directo para una empresa e indirecto para otra, y viceversa. También, el que un coste sea directo o indirecto puede depender de los sistemas de mediación y control que tenga la empresa.

8.1.2 Costes fijos y costes variables

- Costes fijos: Son aquellos que no varían con el nivel de actividad de la empresa. Permanecen constantes aunque suba o baje la producción de dicha empresa.
- Costes variables: Son los costes que sí varían con el nivel de actividad de la empresa.

También se pueden considerar costes que tienen una naturaleza mixta, que llamamos semifijos y semivARIABLES.

- Coste semifijo: Es el coste que evoluciona de forma escalonada. En principio se comporta como un coste fijo, hasta que la actividad alcanza un determinado nivel, momento en el que se produce un incremento brusco del mismo. A partir de ahí se vuelve a comportar como un coste fijo hasta que la actividad alcanza otro nivel determinado, donde el coste volvería a subir y así sucesivamente.
- Coste semivariable: Es el coste que tiene una parte fija y otra variable.

8.1.3 Criterio de clasificación de los costes de este proyecto

Para llevar a cabo nuestro TFG nos vamos a servir de un análisis de costes directos e indirectos, que explicamos ahora con más detalle:

Costes directos: dentro de estos costes consideraríamos los siguientes:

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

- **Costes de personal:** Son los costes que hay que afrontar dependiendo del número de trabajadores que tengamos en la empresa, de su nivel, de las horas laborales de cada uno de ellos, etc.
- **Costes de los equipos:** Son los costes que tendrán en función del número de ordenadores que tengamos, así como de impresoras, programas utilizados para la realización del proyecto, etc.
- **Coste de material:** Son los que se afrontarán en función de los elementos utilizados en su realización. Se calcula sumando los costes de todo el material utilizado para el proyecto.

Costes indirectos: dentro de este apartado incluiremos todos aquellos que no influyen directamente sobre el producto, pero que si van a tenerse en cuenta en el presupuesto, ya que son costes que van a existir en mayor o menor medida; entre ellos podríamos incluir la electricidad, el teléfono, etc.

A continuación vamos a realizar el estudio económico del TFG utilizando este criterio.

8.2 Costes directos

En estos costes se contabilizan los costes de personal junto con los de materiales y maquinaria, utilizados de forma directa, amortizables o no, debido a que el conjunto de los equipos y programas no se utilizan en exclusividad para el desarrollo de este proyecto, por lo que es necesario repartir esta inversión entre los diferentes trabajos realizados. A continuación se describirá con detalle el coste de los recursos imprescindibles para la realización del presente proyecto.

8.2.1 Coste del personal

En este apartado, tendremos en cuenta los actores que participan en la realización de este TFG. En el caso de este trabajo aparece una persona involucrada.

Ingeniero de Organización Industrial, que será el director del proyecto, y se encargará también de la recopilación de información, del diseño y de la elaboración del proyecto en todas sus etapas. Se tendrá en cuenta el periodo de tiempo en que se inicia el proyecto (Enero 2016) hasta su finalización (Junio 2016).

Para calcular los costes de personal, antes de todo, se debe tener en cuenta el número de horas efectivas que va a tener este TFG. Se contabilizarán los meses en los que se ha realizado el trabajo: Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo y Junio.

Concepto	Días/Horas
Tiempo(6 meses)	180
Sábados y Domingos	48
Días Festivos vacaciones	22
Días festivos reconocidos	6
Días perdidos	8
Total días estimados	96
Total horas efectivas (8 horas/día)	768

Ilustración 8-1. Tabla del número de horas efectivas del personal

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

El sueldo será calculado para los 6 meses de trabajo con un porcentaje del 35% que se imputara a la seguridad social. En la tabla se ven estos gastos:

Concepto	Director y ejecutor del proyecto
Sueldo (6 meses)	24843
Seguridad Social (35%)	9045
Total	34.888,00 €
Coste horario	45,43 €

Ilustración 8-2. Tabla de coste del personal

Para poder computar el gasto del personal referente al ingeniero en el proyecto, se hace una estimación de las horas invertidas en cada una de las etapas en las que se divide la realización del TFG. El trabajo, como se mencionó antes, se ha realizado durante 6 meses que llevado a días útiles hace un total de 96 días. Durante ese periodo, la media de horas dedicadas fueron 5 horas al día, dando como resultado un total de 480 horas de dedicación de todo el TFG. Así podremos determinar la dedicación horaria del director y ejecutor del proyecto. En la siguiente tabla se ven las distintas etapas y las horas correspondientes.

Etapas	Director y ejecutor del proyecto
Documentación(Estado del arte)	30
Aprendizaje de Software	80
Recogida de datos	30
Análisis de datos	70
Desarrollo del modelo conceptual	30
Desarrollo del modelo computerizado	25
Creación de la aplicación	150
Elaboración de la documentación	65
Horas invertidas	480

Ilustración 8-3. Tabla del número de horas invertidas en el proyecto

Una vez definidas las horas invertidas en el desarrollo del TFG, se puede calcular el coste total de personal, puesto que se conocen el número de horas que se ha empleado en el proyecto, así como el coste horario.

Concepto	Director y ejecutor del proyecto
Horas empleadas (horas)	480
coste horario (€ / hora)	20 €
total (€)	9.600 €

Ilustración 8-4. Tabla de coste total del personal

8.2.2 Costes de los equipos

En estos costes se incluyen las amortizaciones de los equipos utilizados para llevar a cabo el proyecto. Se tendrá en cuenta tanto el hardware como el software utilizado:

Hardware:

- Ordenador ASUS MV-50C.
- Impresora multifunción Brother DCP-J315W.
- Sistema operativo Windows 10.
- Paquete Office Profesional 2013.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Para calcular los costes de todos estos elementos informáticos que se utilizan en la realización del TFG, se considera el coste real de cada uno de ellos asignado al periodo de tiempo de realización del mismo. Para ello se debe considerar sus correspondientes amortizaciones. Estas se consideraran lineales a 3 años, basándose en el tiempo medio de duración de los elementos informáticos.

Para la amortización, supondremos años de 300 días útiles y 8 horas de trabajo diarias. Con esto, calcularemos el índice de amortización de cada uno de los elementos que indica el coste por hora para amortizarlo en los 3 años definidos anteriormente. Teniendo en cuenta la duración de nuestro TFG y ese índice de amortización, se calcula la amortización de cada uno de los componentes. Por tanto, el gasto total debido al equipo informático se muestra en la siguiente tabla de la página siguiente:

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Concepto	Coste (€)	Indice de amortización (€/ horas)	Duración del proyecto (horas)	Amortización efectiva (€)
Ordenador ASUS MV-50C.	900,00 €	0,125	480	60,00 €
Impresora multifunción Brother DCP-J315W.	70,00 €	0,01	480	4,80 €
Sistema operativo Windows 8.1.	250,00 €	0,03	480	14,40 €
Paquete Office Profesional 2013.	269,00 €	0,04	480	19,20 €
Total Coste (€)	1.489,00 €	0,205	1920	98,40 €

Ilustración 8-5. Tabla de costes y amortización de equipos

8.2.3 Costes de materiales consumibles

En los costes directos, también se ha de tener en cuenta los costes de aquellos materiales que se han utilizado para la realización del TFG.

Concepto	Cuántia (€)
papel impresora	22,00 €
suministros impresora	60,00 €
CD`s	12,00 €
otros	120,00 €
total coste material	214,00 €

Ilustración 8-6. Tabla de costes totales de materiales

Una vez calculado los tres tipos de costes directos que hacen referencia al personal, a los equipos y al material, ya se pueden sumar para comprobar cuál es el total de los costes directos imputables al proyecto. Se muestra en la siguiente tabla:

Concepto	Cuántia (€)
Total coste Personal (€)	9.600,00 €
Total coste equipos (€)	98,40 €
Total coste material (€)	214,00 €
Total Coste Directo (€)	9.912,40 €

Ilustración 8-7. Tabla de coste total directo

8.3 Costes indirectos

En este punto se contabilizan los gastos referentes a consumos externos a la realización del TFG como son el consumo eléctrico, el gasto telefónico, los gastos administrativos, etc. Esta suma de dinero no afecta directamente al proyecto pero hay que tenerlo en cuenta ya que se ha consumido durante el transcurso del mismo. El resultado de los costes indirectos se muestra en la siguiente tabla:

Telefono internet	120,00 €
<hr/>	
Consumo electrico y calefaccion	140,00 €
<hr/>	
Consumo de agua	50,00 €
<hr/>	
Gastos administrativos	75,00 €
<hr/>	
transporte	170,00 €
<hr/>	
total coste indirecto (€)	555,00 €

Ilustración 8-8. Costes indirectos

8.4 Costes totales del proyecto

Una vez calculados los costes directos e indirectos del proyecto, sólo falta sumarlos para calcular el coste total del proyecto. En la siguiente tabla se muestra el resumen de cada coste y el coste total del proyecto:

Concepto	Cuántia (€)
total coste directo (€)	9.912,40 €
total coste indirecto (€)	555,00 €
Total (€)	10.467,40 €

Ilustración 8-9. Tabla de coste total del proyecto

Por tanto, el coste total del proyecto asciende a diez mil cuatrocientos sesenta y siete euros con cuarenta céntimos.

10.467,40 €

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

9 Bibliografía

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

- AEC. (2015). *Asociación española para la calidad*. Obtenido de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/norma-iso-21500>
- AHMAD, G., SOOMRO, T. R., & BROHI, M. N. (2014). Agile Methodologies: Comparative Study and Future Direction. *European Academic Research*.
- Alleman, G. B. (2005). Agile project management methods for IT projects. *The story of managing projects: An interdisciplinary approach*, 324-333.
- Arévalo, M. E. (2015). *DIFERENCIAS ENTRE METODOLOGÍAS TRADICIONALES Y ÁGILES #METODOLOGIASAGILES*. Obtenido de <https://arevalomaria.wordpress.com/2011/11/15/diferencias-entre-metodologias-tradicionales-y-agiles-metodologiasagiles/>
- Avalos, C. (2015). *2.6 Comparativa Metodologías Ágiles*. Obtenido de http://www.academia.edu/8058844/2.6_Comparativa_Metodolog%C3%ADas_Agiles
- Avante. (2016). *Principios básicos prince2*. Obtenido de <http://www.avante.es/prince2-principios-basicos/>
- Beck, K., Beedle, M., Van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., ... & Kern, J. (2001). Manifesto for agile software development.
- Blanco, S. (Junio de 2008). *Marble Station*. Obtenido de <https://www.marblestation.com/?p=661>
- Bravo, A. (2013). *Microsoft Solutions Framework (MSF) es una metodología desar*. Obtenido de <https://prezi.com/rcxjqpqvp7gl/microsoft-solutions-framework-msf-es-una-metodologia-desar/>
- Bruno., T. H. (2015). El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como Herramienta para la. 21.
- Burke, R. (2013). Project management: planning and control techniques. *New Jersey, USA*.
- Canós, J. H., Letelier, P., & Penadés, M. C. (2003). Metodologías ágiles en el desarrollo de software. *Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software*, 1(10), 1-8.
- Chandana. (2015). *Simplern*. Obtenido de <https://www.simplilearn.com/apm-framework-article>
- Chapter, S. (2016). *¿QUÉ ES EL PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE®?* Obtenido de <https://pmi->

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

mad.org/index.php?option=com_content&view=article&id=65&Itemid=69

Charvat, J. (2003). *Project management methodologies*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Cockburn, A., & Highsmith, J. (2001). Agile software development, the people factor. *Computer*, 34(11), 131-133.

Cryptodevelopments. (2017). Obtenido de <https://cryptodevelopments.com/2017/02/26/que-es-la-metodologia-scrum/>

Descripción general de Microsoft Solutions Framework (MSF). (2013). Obtenido de [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/jj161047\(v=vs.120\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/jj161047(v=vs.120).aspx)

Duarte, A. O., & Rojas, M. (2008). Las metodologías de desarrollo ágil como una oportunidad para la ingeniería del software educativo. *Avances en Sistemas e Informática*, 5(2).

Escudero, J. (2013). *Proyectos fin de carrera*. Obtenido de <http://www.proyectosfindecarrera.com/ICB-IPMA%20COMPETENCES%20BASELINE.htm>

Fabiola, T. C. (2015). *Metodologías tradicionales, metodologías ágiles, metodologías para juegos, metodologías educativas y metodologías para aplicaciones móviles*. Obtenido de <https://tallerinf281.wikispaces.com/file/view/METODOLOG%C3%8DAS+TRADICIONALES.pdf>

Fernandez, D. J., & Fernandez, J. D. (2008). Agile project management—agilism versus traditional approaches. *Journal of Computer Information Systems*, 49(2), 10-17.

Figueroa, R. (2015). METODOLOGÍAS TRADICIONALES VS. METODOLOGÍAS ÁGILES. *Universidad Técnica particular de Loja*, 9.

formulaproyectosurbanospmipe. (2012). Obtenido de <https://formulaproyectosurbanospmipe.wordpress.com/2012/01/18/que-es-el-pmi-y-que-es-el-pmbok/>

Goikolea, M. (2014). *¿Qué es Agile Project Management? Ventajas de ser el más rápido y ágil*. Obtenido de <http://comunidad.iebschool.com/iebs/agile-scrum/que-es-agile-project-management-ventajas-de-ser-el-mas-rapido-y-agil/>

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Gómez1, O. T. (2010). Criterios de selección de metodologías de. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, 5.

Highsmith, J. (2009). *Agile project management: creating innovative products*. Pearson Education.

IPM. (2017). Obtenido de http://www.ipm-project.com/es_ES/

IPMA COMPETENCE BASELINE: ICB. (2017). Obtenido de <http://www.ipma.world/certification/competence/ipma-competence-baseline/>

Jiménez, J. M. M. (2002). El proceso analítico Jerárquico (AHP). Fundamentos, metodología y aplicaciones.

kaizenia. (2015). *Institute Kaizenia. Materializando conocimiento en valor*. Obtenido de <http://www.kzi.mx/scrums-vs-pmi-diferencias-y-cualidades/>

Karlesky, M., Object, A., & Vander Voord, M. (2008). Agile project management. *ESC*, 247(267), 4.

Kerzner, H. (2013). *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. John Wiley & Sons.

Londoño, J. H. (2014). *Lecciones aprendidas en desarrollo software*. Obtenido de <http://www.lecciones-aprendidas.info/2014/07/tabla-comparativa-entre-metodologias.html>

López, A. (2016). *Apuntes de Dirección Estratégica*. Valladolid.

López, E. (2014). *PRINCE2 – Otra metodología para la gestión de proyectos*. Obtenido de <http://www.eoi.es/blogs/mcalidadon/2014/12/20/prince2-otra-metodologia-para-la-gestion-de-proyectos/>

Meredith, J. R., & Mantel Jr, S. J. (2011). *Project management: a managerial approach*. John Wiley & Sons.

Método pesado RUP. (2011). Obtenido de <http://ima.udg.edu/~sellares/EINF-ES2/Present1011/MetodoPesadesRUP.pdf>

Microsoft. (2016). *Descripción general de Microsoft Solutions Framework*. Obtenido de [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/jj161047\(v=vs.120\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/jj161047(v=vs.120).aspx)

Montes-Guerra, M., Ramos, F. G., & Díez-Silva, M. (2015). Estándares y metodologías: Instrumentos esenciales para la aplicación de la dirección de proyectos. *Revista de Tecnología*, 12(2).

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

Moreno-Jiménez, J. M., Aguarón, J., Cano, F., & Escobar, M. T. (1998). Validez, robustez y estabilidad en decisión multicriterio. Análisis de sensibilidad en el proceso analítico jerárquico. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 92(4), 387-397.

MORENO JIMÉNEZ, J. M., & Escobar, M. T. (2000). El Pesar en el Proceso Analítico Jerárquico. *Estudios de Economía Aplicada*, 14, 95-115.

Pajares, J. (2016). Apuntes de Ingeniería Económica y Gestión de la Innovación. Valladolid.

Pajares, J. (2017). Project Management Methodologies in the Fourth Technological Revolution. *Advances in Management Engineering*, 20.

Parra, K. F., Saroza, A. G., Martínez, Y. R., & Bello, I. P. (2016). PMBOK y PRINCE 2 similitudes y diferencias. *Revista Científica*, 3(23), 111-123.

Pastrana, O. (2014). *I2B Intelligence to Business*. Obtenido de <http://www.i2btech.com/blog-i2b/tech-deployment/5-beneficios-de-aplicar-metodologias-agiles-en-el-desarrollo-de-software/>

Pastrana, O. (2014). *Intelligence to business*. Obtenido de <http://www.i2btech.com/blog-i2b/tech-deployment/5-beneficios-de-aplicar-metodologias-agiles-en-el-desarrollo-de-software/>

Pérez, M. J. (2014). *Guía Comparativa de Metodologías Ágiles*. Segovia. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/1495/1/TFG-B.117.pdf>

Pérez, O. A. (2011). Cuatro enfoques metodológicos para el desarrollo de Software RUP–MSF–XP–SCRUM. *Revista Inventum*, (10).

PMI. (2014). *PMBOK*.

Poza, D. (2016). Apuntes de Dirección de Proyectos. Valladolid.

PRINCE2. (2016). *PRINCE2*.

Procesos de software. (2017). Obtenido de <https://procesosdesoftware.wikispaces.com/METODOLOGIA+RUP>

PROGRAMING, E. (2015). *XP vs Scrum*. Obtenido de <https://iswugxp.wordpress.com/xp-vs-scrum/>

Queesinfo. (2017). Obtenido de <http://www.quees.info/cadena-critica.html>

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__

- Recursos en Project Management. (2014). Obtenido de <http://www.recursosenprojectmanagement.com/metodologia-de-gestion-de-proyectos/>
- Roche, F. P. (2012). Introducción a la metodología de gestión de “proyectos ágiles”: un nuevo campo de aplicación en las organizaciones deportivas. *Comunicación Libre para el FAGDE*.
- Sanz, R. (2014). *MDAP executive master in project management*. Obtenido de <http://www.uv-mdap.com/blog/caracteristicas-diferenciadoras-entre-metodologias-tradicionales-y-agiles/>
- Sanz, R. (2015). *Executive Master in Project Management*. Obtenido de <http://www.uv-mdap.com/blog/metodologias-tradicionales-o-agiles-que-metodologia-usar-en-un-proyecto/>
- School, B. (2017). *¿Qué hay que saber de la ISO21500?* Obtenido de <http://www.obs-edu.com/es/blog-project-management/temas-actuales-de-project-management/que-hay-que-saber-de-la-iso-21500>
- School, B. (2017). *Cadena crítica: Método para gestionar los proyectos con mayor rapidez y menos recursos*. Obtenido de <http://www.obs-edu.com/es/blog-project-management/cadena-critica/cadena-critica-metodo-para-gestionar-los-proyectos-con-mayor-rapidez-y-menos-recursos>
- School, B. (2017). *Lean project management vs gestión de proyectos ágil*. Obtenido de <http://www.obs-edu.com/es/blog-project-management/etapas-de-un-proyecto/lean-project-management-vs-gestion-de-proyectos-agil>
<http://www.obs-edu.com/es/blog-project-management/etapas-de-un-proyecto/lean-project-management-vs-gestion-de-proyectos-agil>
- School, B. (2017). *OBS Project Management*. Obtenido de <http://www.obs-edu.com/es/blog-project-management/herramientas-esenciales-de-un-project-manager/conoces-la-metodologia-pmi>
- School, B. (2017). *Principales ventajas y limitaciones de las metodologías ágiles*. Obtenido de <http://www.obs-edu.com/es/blog-project-management/metodologia-agile/principales-ventajas-y-limitaciones-de-las-metodologias-agiles>
- Schwaber, K. (2004). *Agile project management with Scrum*. Microsoft press.
- Schwaber, K. (1997). Scrum development process. In *Business Object Design and Implementation* (pp. 117-134). Springer London.

Smith, J. (2001). A comparison of RUP and XP. *Rational Software White Paper*, 1-21.

Špundaka, M. (2015). Procedia - Social and Behavioral Sciences. *ScienceDirect*, 10.

Stapleton, J. (1999, June). DSDM: Dynamic systems development method. In *Technology of Object-Oriented Languages and Systems, 1999. Proceedings of* (pp. 406-406). IEEE.

Stapleton, J. (1999, June). DSDM: Dynamic systems development method. In *Technology of Object-Oriented Languages and Systems, 1999. Proceedings of* (pp. 406-406). IEEE.

Sutherland, J., Viktorov, A., Blount, J., & Puntikov, N. (2007, January). Distributed scrum: Agile project management with outsourced development teams. In *System Sciences, 2007. HICSS 2007. 40th Annual Hawaii International Conference on* (pp. 274a-274a). IEEE.

U2, S. (2010). *ISSUU*. Obtenido de <https://issuu.com/ingildardo/docs/proyecto-sgo>

Villanueva, J. S., & Siachoque, M. M. (2014). Scrum y Rup: comparativa y propuesta metodológica. *TIA (Tecnología, Investigación y Academia)*, 1(1), 39-49.

White, D., & Fortune, J. (2002). Current practice in project management—An empirical study. *International journal of project management*, 20(1), 1-11.

__Elección de la metodología de Dirección de Proyectos por el método AHP__